



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

GRAU EN CIÈNCIES I TECNOLOGIES DE LA EDIFICACIÓ

*Avaluació energètica d'un edifici existent mitjançant OpenStudio,
proposes de millora amb valoració econòmica*



Projectista/es: Jordi Rodríguez Làzaro

Director/s: Licinio José Alfaro Garrido

Convocatòria: Novembre/Desembre 2014

RESUM

Aquest projecte presenta com a finalitat l'avaluació energètica integral d'un edifici existent de varis usos mitjançant OpenStudio i calculat amb Energy+. Es tracta d'un edifici antic situat al centre del barri del Poblenou de Barcelona, districte de Sant Martí. La diferenciació d'usos de l'edifici el converteix en un cas d'especial dificultat, ja que les dues primeres plantes són industrials i les dues superiors són d'ús residencial

El projecte consta de quatre fases diferenciades, totes elles dutes a terme després d'un període d'investigació i aprenentatge de l'entorn del software utilitzat. Les fases es diferencien:

Estudi de l'edifici i l'entorn. Per poder concloure fefaentment és requisit indispensable un exacte anàlisi de l'edifici com del seu entorn. En aquest estudi es prenen dades tant de les geometries, envolvents, acabats, instal·lacions, persones que ocupen l'espai i usos que en fan.

Introducció de dades i primers resultats. És en aquest moment on tenint un esquema clar dels espais a analitzar s'introdueixen les dades recaptades en el softwares pertinents.

Propostes de millor. Un cop avaluada la situació de l'edifici, i trobades les millors propostes, s'introdueixen les hipòtesis de millora a la base de dades tal i com fem en el punt anterior.

Conclusions amb justificant econòmic. Establim una comparativa amb el paràmetre econòmic VAN i TIR

SUMMARY

This project presents an integral energetic evaluation of a building with different uses through the use of OpenStudio and it has been calculated with Energy+. It is an old Building located in Barcelona, in Poblenou's neighborhood, in Sant Marti's district. The different uses of the building turns into a special difficulty one, since the first two floors are used to industry and the others ones are used to live.

This project has got four parts, all carried out after a long period of investigation and learning from the used software. The different parts are:

Study of the Building and the environment. To get some exhaustive conclusions, it is necessary an exact analysis of the Building and the environment. In this study the data from the geometries, involves, finishes, facilities, people who use the spaciousness and the uses that they do are taken into account.

Data introduction and first results. When I have a clear scheme of the spaciousness to analyze I can insert the data got from all the software.

Proposals of improvement. Once the building is evaluated and the best improvements are found, the improvement hypothesis are introduced to data base as it was done in the previous part.

Conclusions with economic justifications. A comparative with VAN and TIR economy parameters is established.

ÍNDEX

RESUM	1
INTRODUCCIÓ	7
Motivació.....	7
Objectius del projecte	8
Criteris sostenibles i normativa aplicada.....	8
Capítol I ESTUDI DE L'EDIFICI I EL SEU ENTORN	15
Situació i emplaçament.....	17
Informació de l'edifici	18
Dades climàtiques i ambientals	24
Capítol II METODOLOGIA.....	35
Capítol III L'EDIFICI, CONSUMIDOR D'ENERGIA.....	47
L'edifici, el gran consumidor d'energia.....	49
Delimitació d'espais	50
Activitats físiques	52
Ratis de ventilació.....	53
Equipaments consumidors de energia.....	53
Equipaments	54
Il·luminació	54
Climatització	55
ACS.....	56
Metodologia de presa de dades de la segona planta.....	57
Equipment	68
Lighting.....	68
ACS.....	70
Methodology for data collection on the second floor	71
Capítol IV ENTORN DEL SOTWARE EMPRAT.....	75
Entorn software.....	77
Capítol V INTRODUCCIÓ DE DADES	83
Volums amb Sketchup	85
Entorn climàtic	88
Entorn d' OpenStudio	89
Site	89
Schedules	90
Constructions	91
Loads	94
Space type	96
Design Specification Outdoor Air	97

Facility	98
Thermal Zone	99
HVAC Systems	100
Run simulation	102
Results summary	103
Entorn Energyplus	103
Capítol VI VALORACIÓ DELS PRIMERS RESULTATS	105
Aproximació de resultats fins consums reals	107
Valoració estat actual	109
Capítol VII ESCENARIS	111
Adequació de la ventilació	113
Escenaris no intervencionistes	116
ENI- Termòstat 21-25	116
Escenaris intervencionistes	117
Il·luminació	117
EI1- Gestió de la il·luminació de l'escala	117
EI2- Il·luminació led	119
Envolvent	126
EE1- Envà pluvial	126
EE2 Voladissos- Overhands	128
EE3- Finestres i vidres- Frame & Divider	132
EE4- Combinatòria: Voladissos + Finestres i vidres	134
EE5- Addició EPS a coberta	136
EE6- Addició EPS amb ventilació nocturna	137
EE7- Coberta vegetal	139
EE8- Insuflat càmeres d'aire	140
EE9- Façana integral, ponts tèrmics inclosos	142
Aigua calenta	144
EAC1- Equipaments individuals més eficients	144
EAC2- Escalfador elèctric central	145
EAC3- Caldera central a gas	147
Climatització	150
EC1- Sistemes d'aire condicionat més eficients	150
EC2- Clima amb VRF	152
EC3- Clima amb sistema de conducció d'aire	153
ECiAC1- District heating & Cooling	155
Equipaments	155
PE1- Canvi electrodomèstics planta tercera	155

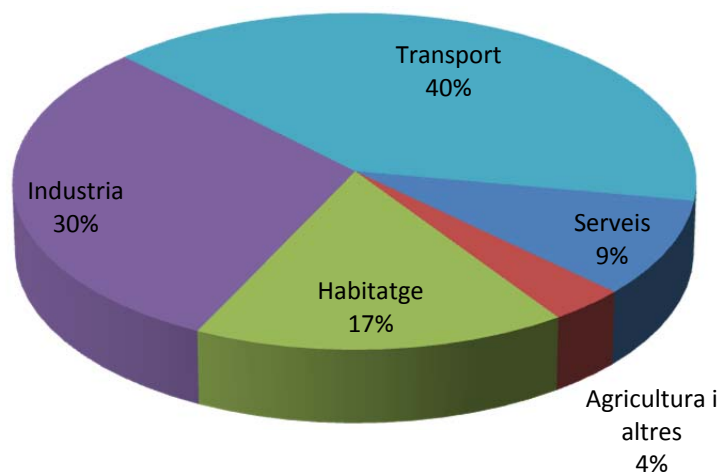
Capítol VIII	VALORACIÓ ECONOMICA DELS ESCENARIS	157
Escenaris no intervencionistes		161
ENI- Termòstat 21-25		161
Escenaris intervencionistes		162
Il·luminació		162
EL1- Gestió d'il·luminació de l'escala		162
EL2- il·luminació led		165
Envolvent		168
EE1- Envà pluvial		168
EE2- Voladissos		171
EE3- Finestres i vidres- Frame & Divider.....		174
Un cop aplicades les millores a l'escenari, els resultats obtinguts són de:		174
EE5- Addició EPS a coberta		176
EE8- Insuflat càmeres d'aire.....		179
EE9- Façana integral, ponts tèrmics inclosos		182
Aigua calenta		185
EAC1- Equipaments individuals més eficients.....		185
EAC2- Escalfador elèctric central		188
EAC3- Escalfador central amb gas.....		191
Climatització		194
PC1- Sistemes d'aire condicionat més eficients		194
Equipaments		197
PE1- canvi electrodomèstics planta tercera.....		197
Capítol IX	PROPOSTA FINAL I CONCLUSIONS	199
Nous reptes, energies renovables		204
Conclusió		209
Bibliografia.....		211
Llibres consultats		213
Entitats.....		214
Pàgines web consultades		214
Empreses comercials.....		215
Software utilitzat		216
AGRAÏMENTS.....		217

INTRODUCCIÓ

Motivació

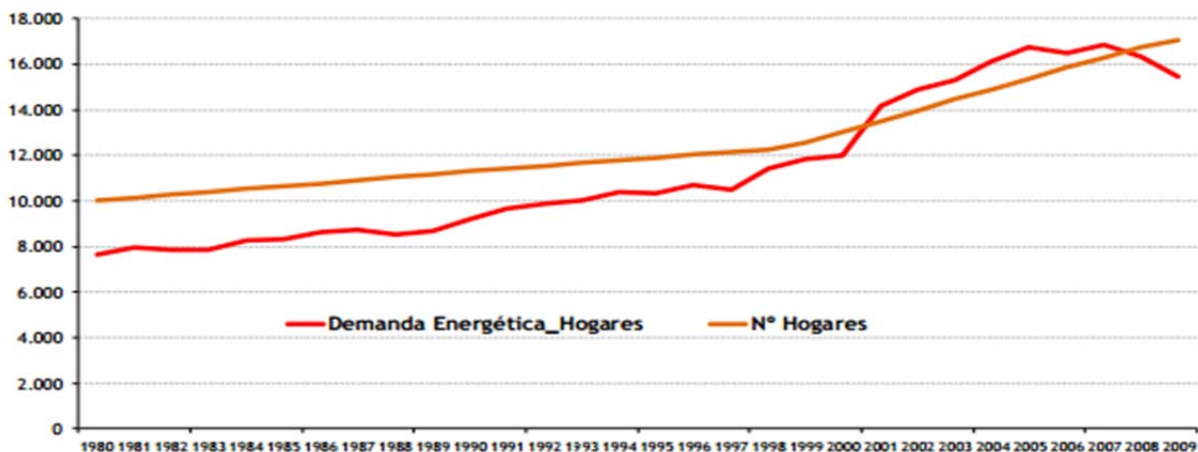
Actualment la nostra societat comença a mostrar un encara insuficient interès per la cura del nostre medi natural. Conceptes com el d'energies renovables, sostenibilitat, eficiència energètica, impacte ambiental i tot el que estigui relacionat en preservar el medi ambient prenen importància. D'aquí l'interès i motivació per a la presentació del TFG: "Avaluació energètica d'un edifici existent mitjançant OpenStudio, propostes de millora amb valoració econòmica".

Immersos en una de les pitjors crisis financeres i econòmiques de les últimes dècades, no ens hauríem d'oblidar que també ens trobem davant una crisi energètica i mediambiental que s'agreuja cada dia més. El sector residencial és clau en el consum d'energia, ja que s'estima que els edificis representen, aproximadament, el 17% del consum total d'energia i un 25% del total del consum d'energia d'origen elèctric. L'estalvi energètic que es podria aconseguir en aquest sector s'estima que és del 50% aproximadament, un 9% del total consumit i un 12.5% del total elèctric generat.



Gràfic 1- Consum domestic de l'energia final a Espanya, font IDAE

Tot i que el sector de la construcció ha patit una caiguda en l'activitat en els últims anys, el parc edificatori del país continua sent d'uns 25 milions d'habitatges. Tot aquest volum d'habitatges, degut a l'augment de les possibilitats tècniques de major confortabilitat i a una major oferta d'equipaments, ha comportat un augment encara més pronunciat del consum d'energia.



Gràfic 2- Evolució del consum elèctric a les llars espanyoles, font IDAE

El fet d'utilitzar OpenStudio parteix d'una motivació personal derivada per la novetat del sistema, capaç d'integrar tots els paràmetres que afecten al correcte anàlisi d'una demanda energètica. La seva Interface és molt visual i utilitza el millor motor de càlcul, EnergyPlus.

Objectius del projecte

Aquest TFG pretén plasmar tots els coneixements adquirits al llarg del grau i especialment en el DAC. Desenvolupant una avaluació energètica i econòmica d'un edifici existent al barri del Poblenou de Barcelona.

El projecte parteix d'un edifici situat al carrer Ciutat de Granada de Barcelona, d'ús mixte. Les plantes baixes estan dedicades a ús industrial i les superiors a ús residencial. És un edifici antic, la primera planta data del 1910, una ampliació en alçada a la dècada dels 50 i una altre ampliació en profunditat al 1975, el que dona al projecte un valor afegit donada la diferència d'usos i sistemes constructius.

L'avaluació es divideix en quatre grans blocs: anàlisi energètic actual, avaluació d'estat actual, escenaris de millora amb les pertinents valoracions energètiques i econòmiques i aportació de propostes amb valoració energètica i econòmica.

Criteris sostenibles i normativa aplicada

L'AEDENAT, l'Associació Ecologista de Defensa de la Naturalesa defineix la eficiència energètica com l'obtenció dels mateixos béns i serveis energètics, però amb molta menys energia, amb la mateixa o major qualitat de vida, amb menys contaminació, a un preu inferior a l'actual, allargant la vida dels recursos i amb menys conflicte.

El marc normatiu que ens envolta afecta a la majoria dels camps de la edificació i es detalla:

- Directiva Europea 2002/91/CE. Relativa a l'eficiència energètica dels edificis, aprovada amb l'objectiu de fomentar l'eficiència energètica dels edificis de la Comunitat Europea. Estableix uns requisits que els països membres han de desenvolupar:

- Aplicació de requisits mínims d'eficiència energètica de grans edificis existents que siguin objecte de reformes importants, i pels de nova construcció.

- Inspecció periòdica de calderes i sistemes d'aire condicionat d'edificis.

- Certificació energètica dels edificis.

La introducció al nostre país d'aquesta normativa es du a terme mitjançant les següents normatives:

- Ordenació de l'Edificació (LOE), llei 38/1999, de 5 de novembre.

- El Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), RD 314/2006, de 17 de març.

- El Reial Decret 47/2007, de 19 de gener, aprovació de la Certificació Energètica d'edificis de nova construcció.

- El Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques als Edificis (RITE) i modificacions posteriors.

- I altres normatives d'àmbit autonòmic i locals: Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència als edificis.

- Directiva 2006/32 CE de 5 d'abril sobre l'eficiència de l'ús final de l'energia i els serveis energètics, per la qual es deroga la Directiva 96/73 CEE del Consell.

- Directiva Europea 2010/31/UE del Parlament Europeu i del Consell de 19 de maig de 2010 relativa a la eficiència energètica dels edificis en proposta 20/20/20 per a l'any 2020, amb l'objectiu de aconseguir:

- un 20% d'estalvi d'energia.

- un 20% de reducció de les emissions de CO₂.

- un 20% de producció de l'energia total amb energies renovables.

- i dissenyar edificis nous amb consum energètic quasi zero per a l'any 2020 (2018 pels de l'administració pública).

- Norma UNE 216501. Auditorías energéticas. Requisitos, aprovada l'octubre de 2009, que defineix la metodologia que s'ha de seguir per a realitzar una auditoria energètica.

- Norma UNE-EN.16001. Sistemas de gestión energética – Requisitos y guía para el uso. Aprovada el mes de gener de 2010.

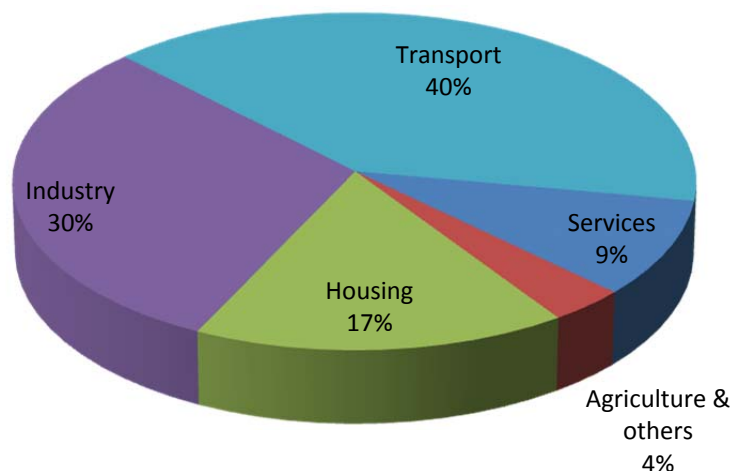
- Directiva IPPC: Directiva 2008/1/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 15 de gener de 2008, relativa a la prevenció i al control integrats de la contaminació.

INTRODUCTION

Motivation

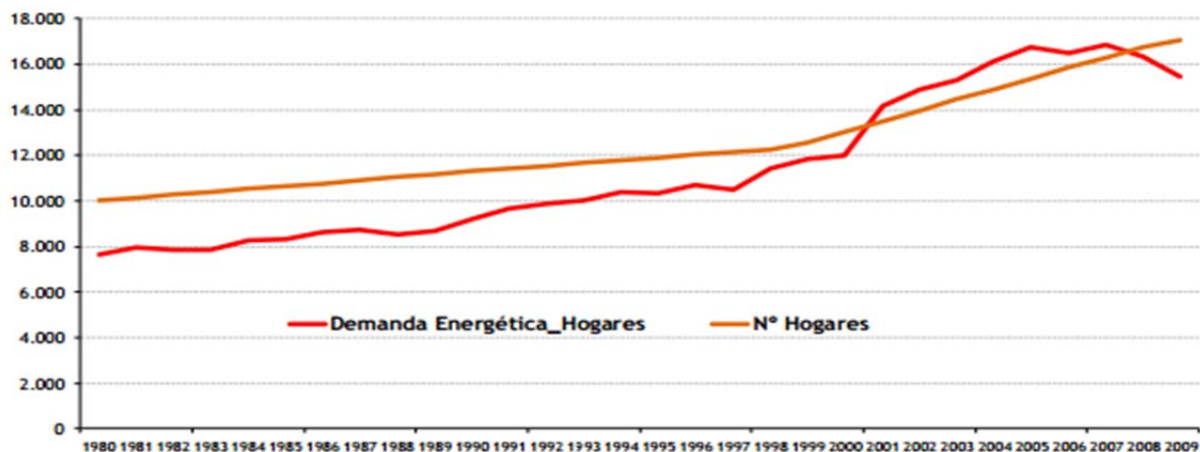
Nowadays our society shows a little interest in the care of our environment and nature in general. Concepts such as renewable energy, sustainability, energy efficiency, environmental impact and everything related to preserving the environment are increasing and that's why I have been motivated and interested in the presentation of PFG, "Evaluation of a real building through OpenStudio, improvement proposals with economic value"

Now we are immersed in one of the worst financial and economic crisis from the last decades, we shouldn't forget that we are also in an energetic and environmental crisis and each day it is worst. The residential sector is the key of energy consumption, because buildings consume approximately a 17% of the total consume of energy and a 25% of the total of power from electrical origin. The energy saving that is possible to get in this sector could be a 50%, a 9% from the total consumption and a 12.5% from the total generated electric.



Graphic 3- Domestic consumption of final energy in Spain, source IDAE

Although The construction sector has undergone a decadence in its activity in the last years, buildings stock continues being from 25 million of housing and this housing volume due to technic possibilities of comfort and a bigger offer of equipments has greater repercussions in the energy consume.



Graphic 4- Evolution of electricity consumption in Spanish households, source IDAE

The reason of using OpenStudio at first is a personal motivation because of the novelty of the system, able to integrate all the parameters that affect the proper analysis of energy demand. Its interface is practically visual and it uses the best calculation engine as EnergyPlus.

Objectives of the project

This PFG intends to be a compendium of all the knowledge acquired throughout the degree specially knowledge from DAC. Developing an energy and economic assessment of building located in the Poblenou's neighborhood of Barcelona.

The project begins in a building located in City of Granada Street in Barcelona with mixed use. The ground floors are dedicated to industrial use and the upper floors for residential use. It is an old building, the first floor is from 1910, expansion height in the 50's, and another expansion in depth in 1975, that gives an added value to the project given the different uses and construction systems different construction systems.

The evaluation it is divided in four main parts: currently energy analysis, assessment of current status, improvement settings with energy and economic evaluation, proposed improvements with energy and economic evaluation.

Sustainable criteria and Regulations applied

L'AEDENAT, Environmental Association for the Defense of the defines energy efficiency as the production of the same values and energy services, with less energy, the same or better life's quality, less pollution, at a lower price, extending the life of resources with less conflict.

The regulatory framework that affects us at the most areas of construction is detailing in:

- European Directive 2002/91/CE. Relating to energy efficiency of buildings, approved with the aim of promoting energy efficiency of buildings in the European Community. Establishes requirements that countries' members must develop.

- Application of the minimum energy efficiency requirements from large existing buildings that are subject to major renovation, and the new construction.

- Regular inspection of boilers and air Conditioning Systems for buildings

- Energy certification of buildings.

The introduction in our country of this regulatory framework is carried out by the following rules:

- Ordenació de l'Edificació (LOE), law 38/1999, of 5th November.

- El Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), RD 314/2006, of 17th march.

- El Reial Decret 47/2007, de 19 de gener, aprovació de la Certificació Energètica d'edificis de nova construcció, "approval of energy certifications of new buildings".

- El Reial Decret 1027/2007, de 20 de Juliol, Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques als Edificis (RITE) i modificacions posteriors, "Regulation of heating Systems for buildings (RITE) and subsequent amendments".

- Others regional and local regulations: Decree 21/2006, of 14th February, which regulates environmental and Eco efficiency criteria for buildings.

- Directive 2006/32 CE of 5th April about efficiency of end use of energy and energy services, which repealing the Directive 96/73 CEE of the Council.

- European Directive 2010/31/EU from European Parliament and of the Council from 19th May of 2010 relating to energy efficiency of buildings proposal 20/20/20 for the year 2020 with the aim to obtain:

- 20% energy saving

- A 20% reduction in CO₂ emissions

- A 20% of total energy production of with renewable energies.

- To design new buildings with energy consumption near to 0 for the year 2020 (2018 for the government's buildings).

- Norm UNE 216501. Energy Audit. Requirements, approved in October of 2009, which defines the methodology to be followed to perform an energy audit.

- Norm UNE-En.16001. Energy Management Systems -Requirements and guideline to use. Approved in January of 2010

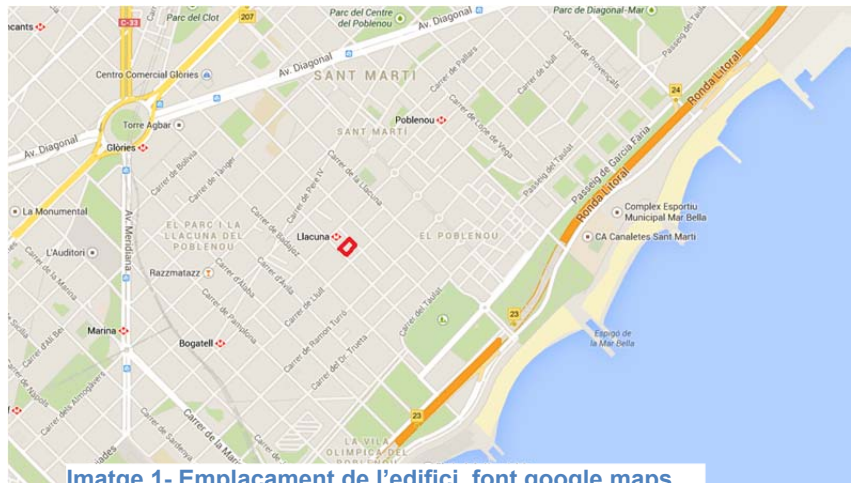
- Directive IPPC: Directive 2008/1/CE of European Parliament and of the Council of 15th January of 2008, concerning to prevention and control of pollution.

Situació i emplaçament

L'edifici es troba situat al vell mig del districte de Sant Martí de Barcelona, al barri del Poblenou.

Es troba en un entorn històricament industrial on s'intercalaven alguns habitatges, zones verdes i equipaments. Però genèricament era una zona industrial. Amb un alt nivell d'obsoletisme de les instal·lacions que el barri tenia a nivell de: accessibilitat,

clavegueram, recollida, aigües freàtiques i xarxes bàsiques com abastiment d'aigua, gas i electricitat. Tot això provocà un nou pla d'urbanització, el pla general d'infraestructures del Poblenou, conegut com el 22@.



Imatge 1- Emplaçament de l'edifici, font google maps



Imatge 2- Plànol IX-34 de la zona de Sant Martí segons el Pla d'urbanisme de 1977, font Ajuntament de Barcelona

El nou pla incorpora la remodelació de totes les xarxes d'instal·lacions existents, com la incorporació de les necessàries per a l'adequació a les noves tecnologies, com poden ser les instal·lacions de telecomunicacions, energies

renovables, tractament de residus, cicle de l'aigua....El 22@ es convertí en un dels plans urbanístics més ambiciosos de la ciutat. Actualment aquest districte es conegut com el tecnològic, degut al gran numero de empreses del sector que escullen aquesta ubicació com a destí de les seves seus. El pla urbanístic del 22@ pretén no tan sols ser un punt capdavanter en noves tecnologies, si no que el barri sigui un punt de trobada intentant equilibrar els espais entre Indústria, habitatge, zones verdes i equipaments.

Informació de l'edifici

L'edifici va ser creat l'any 1910 segons la informació cadastral. Des d'ençà ha sofert vàries modificacions al llarg de la seva història. No totes les actuacions estan documentades gràficament degut a l'antiguitat d'aquest.

La parcel·la on es troba l'edifici té una profunditat de 27.4 metres i una amplada de façana, que dóna al carrer Ciutat de Granada de 6 m.

L'any 1910, quan es va fer el primer aixecament, l'edifici constava de una planta baixa i una planta en alçada, ocupant la totalitat de l'amplada, 6 m. i una profunditat de 17.4 m dels 27.4 m. totals que tenia la parcel·la. L'edifici era íntegrament destinat a ús industrial.

La metodologia constructiva de l'època estava molt marcada per la manca de mètodes i el monolitisme dels sistemes emprats en la zona. El mètode emprat en l'edifici en els seus inicis és, segons el projecte del d'ampliació de 1964, on es descriu la estructura existent: fàbriques ceràmiques, generalment massissa amorterada amb morter de cal i ciment Portland.

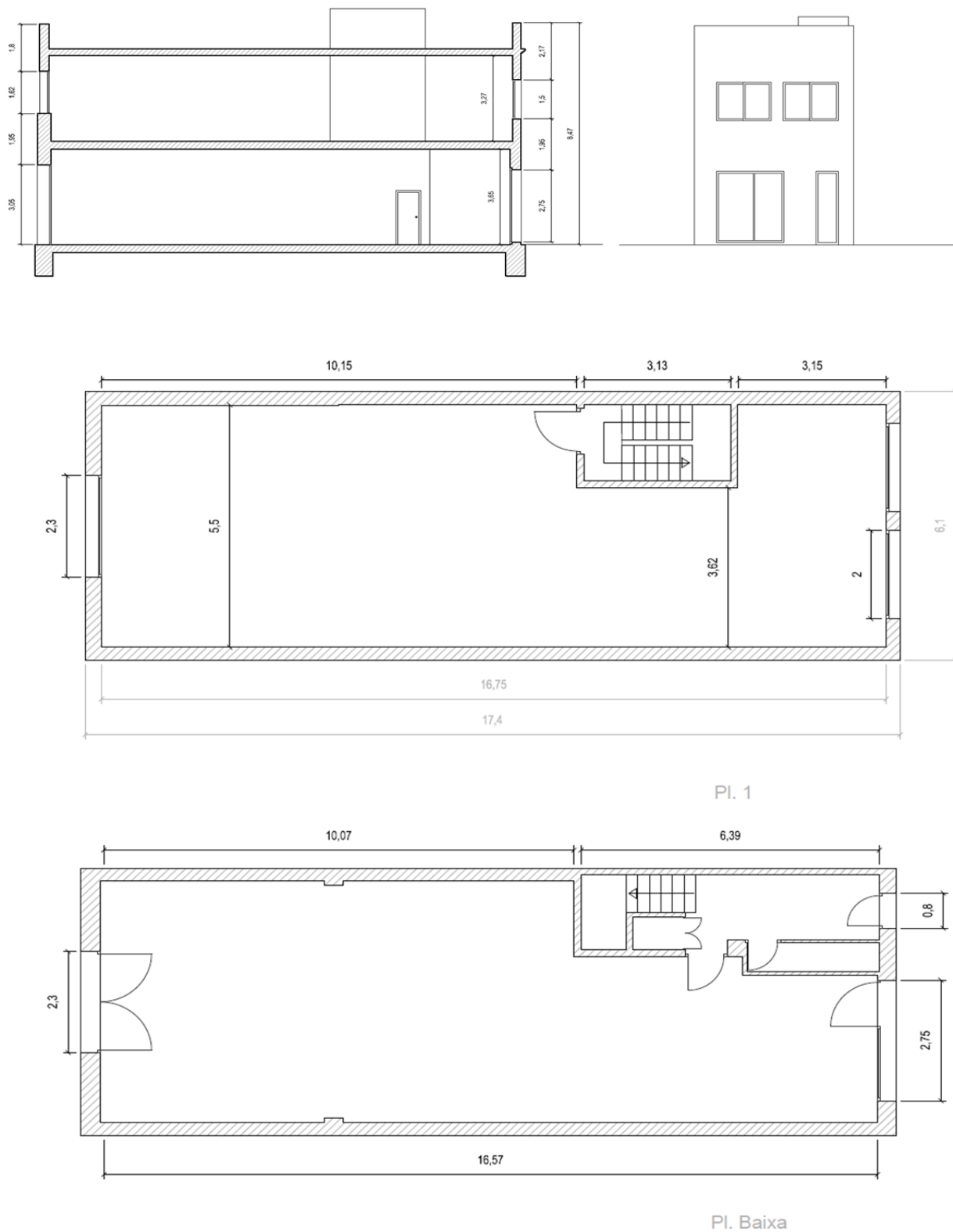
Les estructures horitzontals estan conformades, després de la revisió visual, de forjats unidireccionals ceràmics de volta catalana amb biguetes de fusta.

L'acabat de façana és arrebossat amb morter de sorra i l'acabat interior és enguixat a bona vista, igual al existent actual. La distribució interior de l'edifici és en un sol espai per a cada planta, sense divisions horitzontals, com es pot apreciar a la imatge 4.



Imatge 3- Detall del forjat unidireccional amb viguetes de fusta i volta catalana, font E.P.

En els annexes, capítol I, plànol de l'edifici al 1910, es troben els plànols complets.



Imatge 4- Conjunt de plànols, secció i planta de l'edifici al 1910, font E.P.

Any 1964: Un projecte d'obres de reforma de la façana y d'addició de pis, realitzat per l'enginyer industrial Santiago Puig Janer a l'edifici, propietat per aquell moment de Massó y Carol, acaba deixant l'edifici amb les anteriors plantes baixa i primera i una segona que projectaven, addicionant la tercera de manera il·legal. Cap a l'any 1965 va ser regulada i correctament registrada.

Cita el projecte textualment:

“fábrica de ladrillo macizo recibido con mortero de cal y cemento Portland en las paredes, vigas de hierro laminado, bovedillas de un grueso de ladrillo hueco recibido con cemento rápido, enrasado en las mismas con hormigón de cemento Portland, terminándose con una chapa del propio cemento en el pavimento del nuevo piso.

La nueva cubierta se formará aprovechando los elementos de la actual, que son chapas de fibrocemento y entramado de pino, todo lo cual se halla en buenas condiciones de conservación.

La nueva escalera será prolongación de la actual, y se construirá de hormigón armado, de una dosificación de 400Kg de cemento Portland por metro cúbico, los peldaños serán de granito artificial. Las barandillas serán de hierro, caladas, con lo que la escalera quedara debidamente iluminada y ventilada.

La carpintería será de pino del país de buena calidad y sus elementos tendrán los gruesos normales.

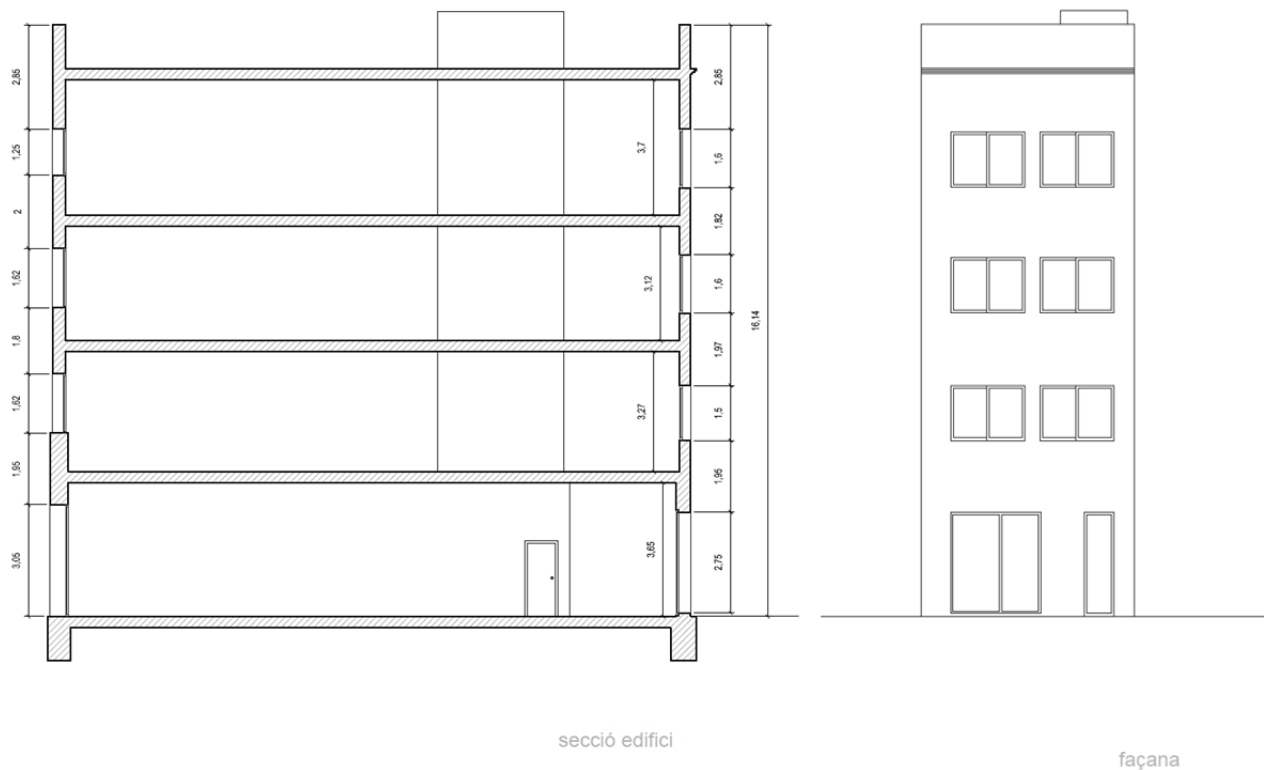
Los paramentos exteriores se revocarán con mortero de cal y cemento Portland, y los interiores se enlucirán con yeso blanco a buena vista.”

Després de dur a terme aquest projecte, i a la posterior regulació de la tercera planta, el perfil de l'edifici es va alçar fins gairebé doblar la seva alçada. Com ens explica el projecte d'ampliació, els materials aportats són els mateixos que ja existien a l'edifici, a excepció de les estructures horitzontals. Deixen de ser de voltes catalanes sustentades en estructura de fusta per utilitzar biguetes de formigó armat amb revoltos ceràmics.

Els materials que conformaven la coberta existent van ser reutilitzats per aixecar la nova coberta dues plantes més amunt. Aconseguint un màxim aprofitament de materials, i no aplicant sistemes constructius diferenciats.

La distribució interior de les plantes no es va modificar, seguia sent idèntica a les anteriors construïdes, la planta primera. És per això que en la imatge 5, on es pot veure el perfil i la façana de la nova ampliació, no he introduït les plantes per ser el mateix plànol.

En els annexes, capítol I, plànol de l'edifici al projecte de 1964, es troben els plànols complets, i la redacció d'aquell mateix projecte.



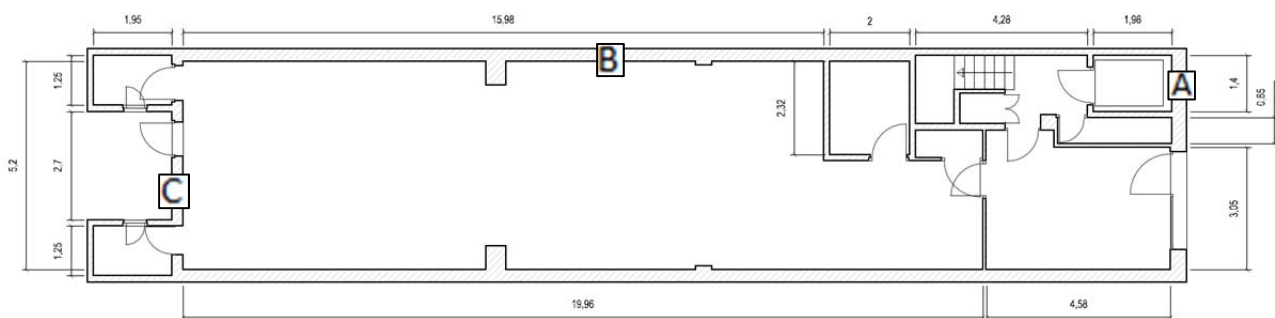
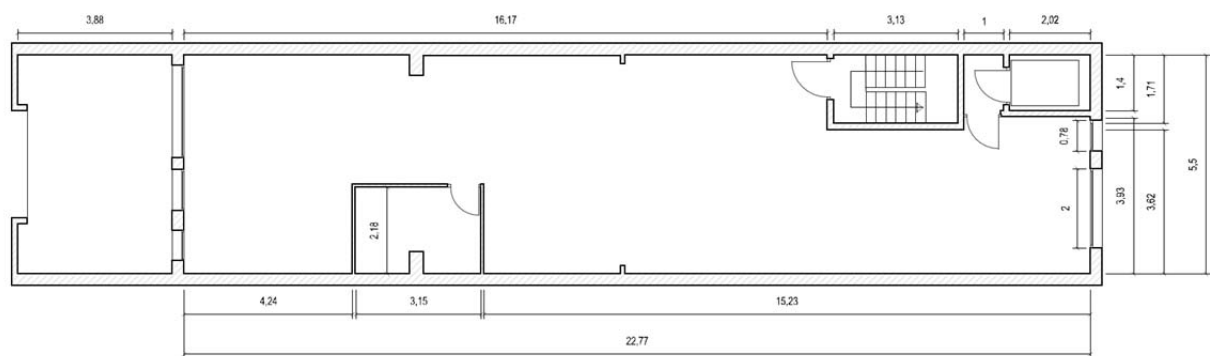
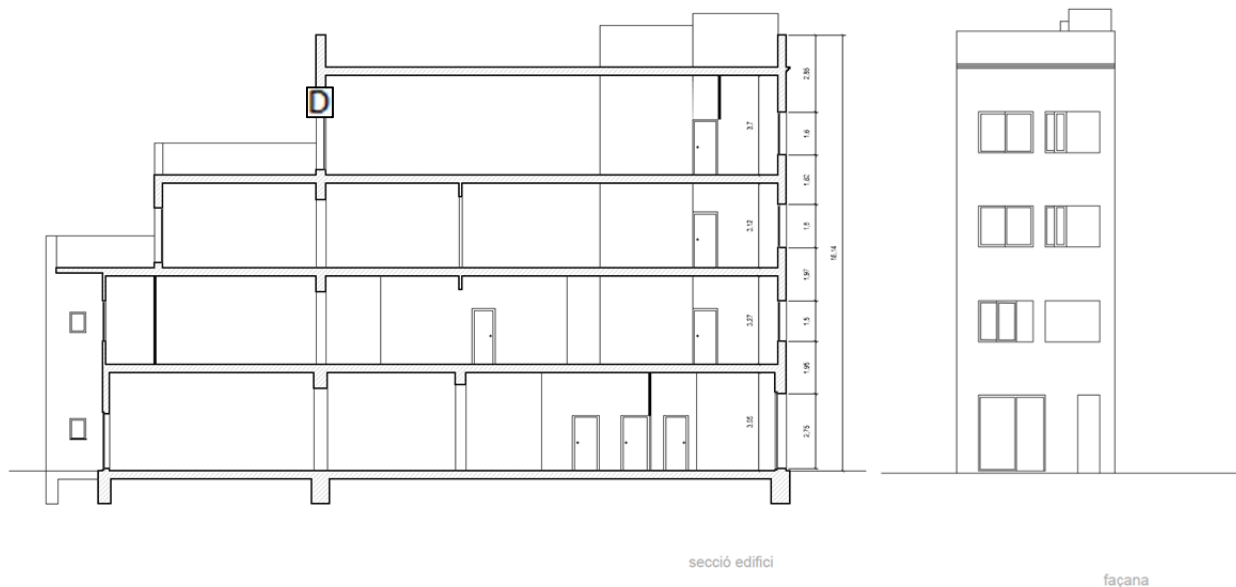
Imatge 5- Secció i façana després de la ampliació de 1965, font E.P.

1973: El ja llavors propietari de l'edifici, i també promotor de la reforma a proposar, el Dr. Arquitecte Armando Lázaro Lopez, addicionà un muntacàrregues a la part de façana, tapiant part de la filera dreta de finestres, lloc per on transita el muntacàrregues. Eliminà l'accés directe a carrer per l'escala. El nou accés a l'escala era compartit amb la planta baixa per la porta gran esquerra. Degut a que l'accés a l'edifici estava tapiat, la planta baixa va perdre superfície, cedint la part de façana a la comunitat com a escala.

Es va reforçar l'estructura existent de fusta i formigó armat amb una estructura d'acer interposada per l'interior de l'edifici, creant nous pòrtics que dividien la llum de les estructures existents. I es va ampliar l'edifici fins a una ocupació del 100% de la parcel·la, edificant fins els 27.4 m. totals de profunditat que tenia la parcel·la. És en aquest punt on les plantes segona i tercera apareixen com a residencials.

La nova superfície de la planta baixa, primera i segona quedaren modificades, ampliant-se considerablement. La planta tercera guanya una ampla terrassa damunt l'ampliació de la planta segona. La P.B. com la segona planta i la aparença de la

nova façana quedà com s'aprecia a la imatge 6. Els plànols complets es troben adjuntats a annexes, capítol I, plànols de l'edifici estat actual. També es pot consultar la memòria del projecte de 1973 en el punt mateix capítol d'annexes i els plànols de la època en el punt, plànols del projecte de 1973, també en el mateix capítol.



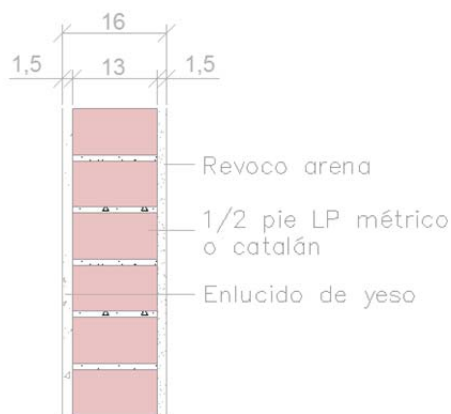
Imatge 6- Conjunt de plànols, secció i planta de l'edifici al 1973, font E.P.



Detall A- Tancament de façana existent, font E.P.



Detall B- Envà pluvial existent, font E.P.



Detall C- Tancament pati posterior, font E.P.



Detall D- Tancament façana amb cara interior al bany, font E.P.

Un cop acabat aquest projecte de reforçament i ampliació, l'edifici ja no ha sofert cap altre canvi de consideració en els seus volums, superfícies, estructures o usos.

Pel que respecta a la tipologia constructiva emprada, en el projecte de 1973 detalla els materials de la nova ampliació i cita textualment:

“Ladrillos a emplear serán los siguientes; Macizos de 29 x 14 x 6.5, perforados de 29 x 14 x 7, perforados de 29 x 14 x 10 y huecos de 29 x 14 x 10.

Los morteros se confeccionarán exclusivamente con P-250 con las siguientes denominaciones y características: Fábrica sin cargar M-20 1:8, Fábrica cargada M-40 1:6 y fábrica cargada M-80 1:4”

Del que s'ha estudiat in situ i el que s'ha llegit en els arxius històrics de l'edifici podem concloure que aquest està constituït per una estructura vertical de fàbrica de maons, una estructura horitzontal amb forjats unidireccionals ceràmics en tota la seva superfície, amb acabats superficials exteriors arrebossats amb morter de sorra i uns acabats interiors de guix a la bona vista.

El conjunt del total de tancament i sistemes emprats es pot consultar a annexes: Capítol III, Construccions, on es detalla de cada construcció, les capes que la componen.

Dades climàtiques i ambientals

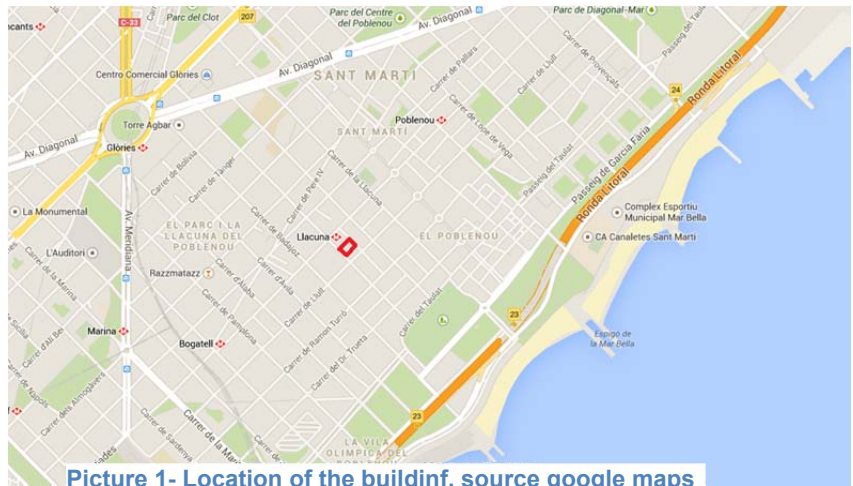
La ubicació de l'edifici és en el clima C2 segons el CTE. Està a uns 6 metres sobre el nivell del mar. És un edifici entre mitgeres, i encara que els edificis del voltant són més baixos, el fet d'estar envoltat li dona una gran quantitat d'ombra, que en l'entrada de dades veure'm amb claredat exposada.

Chapter I **A STUDY OF A BUILDING AND ITS SURROUNDINGS**

Location and setting

The building is located in the heart of the Sant Martí district of Barcelona, in the neighborhood of Poblenou.

It is in a historically industrial setting with some scattered housing, green areas and services. But mainly an industrial area with a high level of obsolete facilities regarding accessibility, drainage, collection, groundwater and basic networks such as water supply, gas and electricity. This led to a new development plan, the general plan of infrastructures of Poblenou, known as 22 @.



Picture 1- Location of the building, source google maps



Picture 2- Map IX-34 of the area of Sant Martí, according the “Pla d’urbanisme de 1977”, source Ajuntament de Barcelona.

The new plan included remodeling of all existing network facilities, including the incorporations of necessary adaptations to new technologies, such as

telecommunications facilities, renewable energy, waste treatment, water cycles... 22@ became one of the most ambitious development plans within the city.

Today 22@ is known as the technology district due to the large number of companies that have chosen this location for their own headquarters. The development plan of 22@ not only claims to be a leader in new technologies but also a balanced meeting point between industries, housing, parks and facilities.

Information about the building

According to land registry information, the project was built in 1910. Since then it has undergone several changes throughout its history and, because of their antiquity, not all interventions have been documented graphically.

The plot has a depth of 27.4m and a façade width of 6m facing Ciutat de Granada street.

In 1910, when it was first erected, the building had a ground and first floor, and occupied the entire 6m of façade with a depth of 17.4m out of the total 27.4m of the plot. The building was entirely for industrial use.

The method of construction of the time was marked by lack of techniques and the monolithic systems used in the area. According to the descriptions of the existing structure in the 1964 project's extension, the method used in its initial phase included ceramic elements, usually solid and mixed with lime mortar and Portland cement.

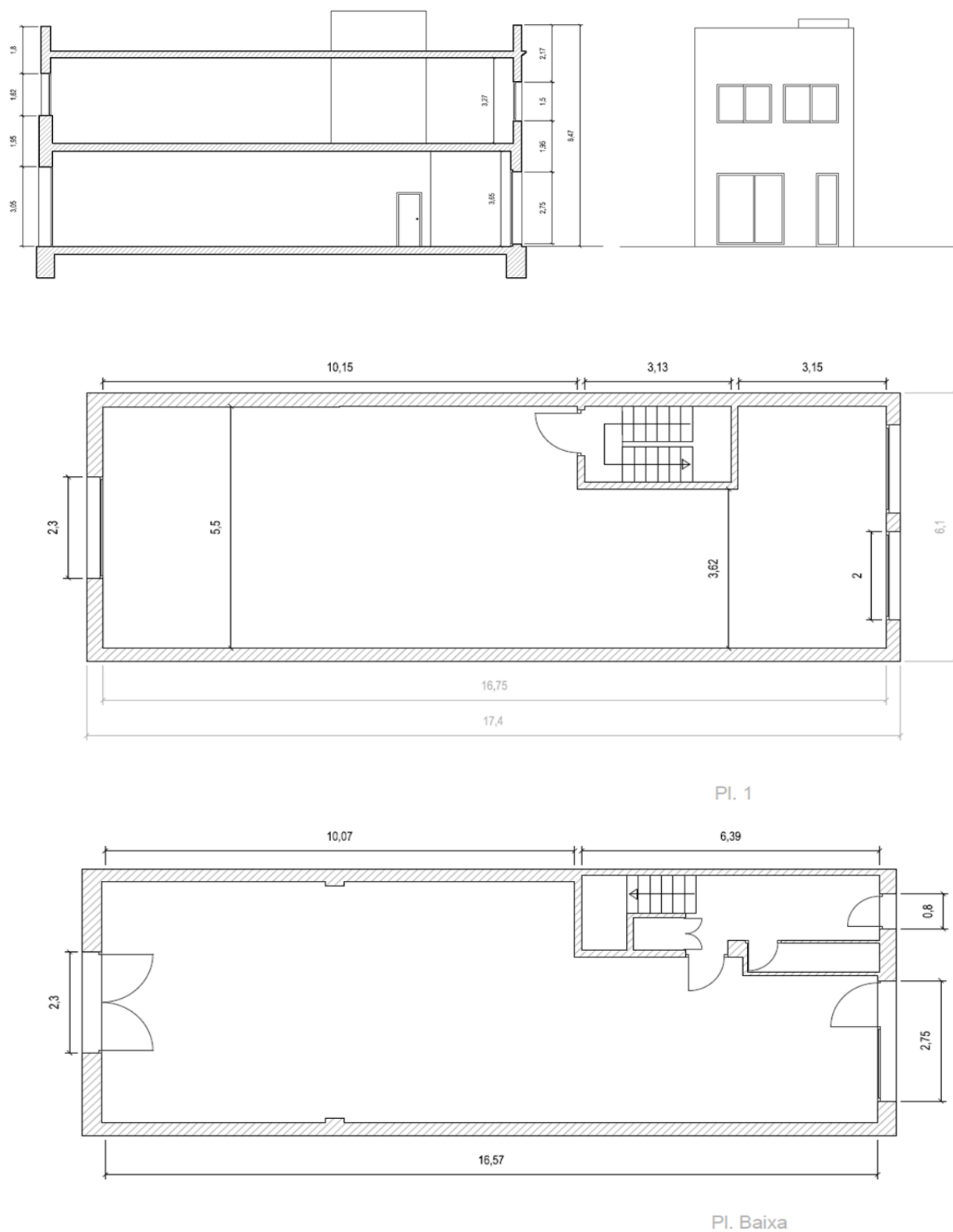
A visual check of the horizontal structures revealed floors made of ceramic unidirectional Catalan vaults with wooden joists.

The façade is finished with sand mortar and the interior with exposed plaster, just like the existing one. The interior layout of the building consists of one single space on each floor without horizontal divisions, as shown in image 4.



Picture 3- Detail of unidirectional floor slab with wood joist and “volta catalana”, source prepared by the autor.

The annexes, chapter I, 1910 building map, include the complete set of drawings.



Picture 4- Set of drawings of 1910, source prepared by the autor.

1964: The building, which was then owned by Massó and Carol, had its façade renovated and a floor added. This was carried out by the industrial engineer Santiago Puig Janer, who also took the chance to add a third floor illegally above the additional second floor. Around 1965 it was regulated and properly registered.

Quotes from the project:

"Mass produced solid bricks with lime mortar and Portland cement in the walls, laminated iron beams, one layer vaults of hollow brick with fast setting cement made good with Portland cement concrete, finishing off with a layer of this same cement in the paving of the new floor.

The new roof will use the existing fiber-cement sheets with interwoven pine, all in a good state of conservation.

The new staircase will be an extension of the current one and constructed with reinforced concrete, using a ratio of 400 kg of Portland cement per cubic meter; the treads will be of artificial granite. The railing will be perforated ironwork which will allow the stairs to be well lit and ventilated.

The woodwork will be of good quality local pine and usually thick elements.

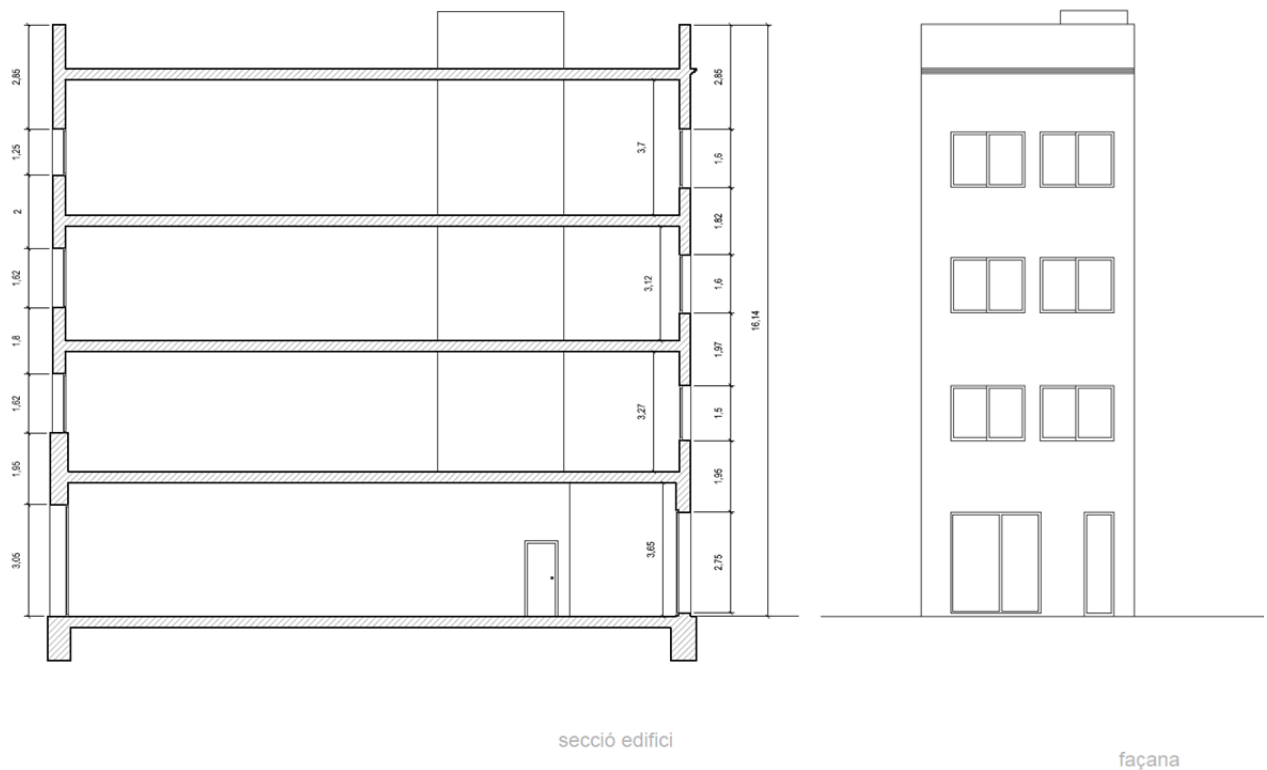
The exterior walls will be finished with lime mortar and Portland cement, and the interiors with exposed white plaster."

Once this project was completed and the third floor regulated, the building's profile was raised to almost double its height. The materials used here, according to this extension project, were the same as those of the existing building, except for the horizontal structure; the usual catalan vaults supported by a wooden structure were replaced by reinforced concrete beams with small ceramic vaults.

The materials that made up the existing roof were reused to raise the roof above the two new floors, thereby achieving a maximum utilization of materials and not implementing different construction methods.

The interior layout of the floors did not alter, remaining identical to the existing ones, such as the first floor. Since the floor plans are therefore the same, I have not included them with the profile and façade of the new extension in image 5.

The annexes, chapter I, 1964 building map, show the complete set of drawings and the project from 1964, and the memory project.



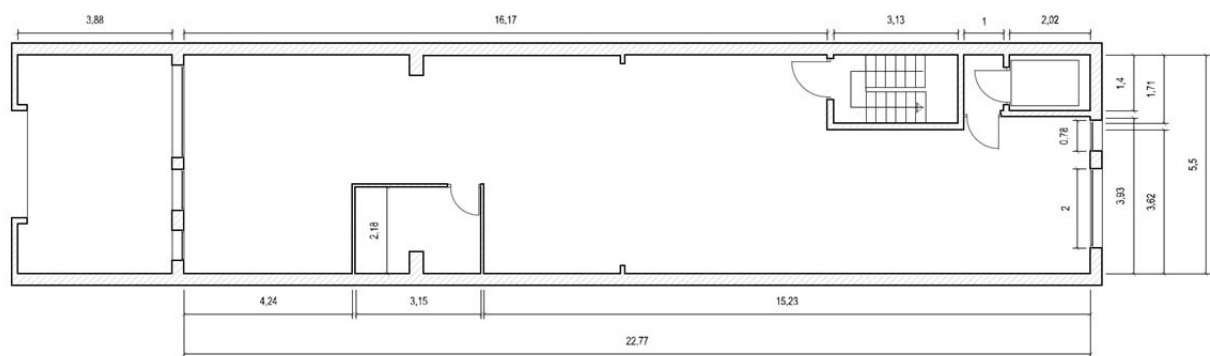
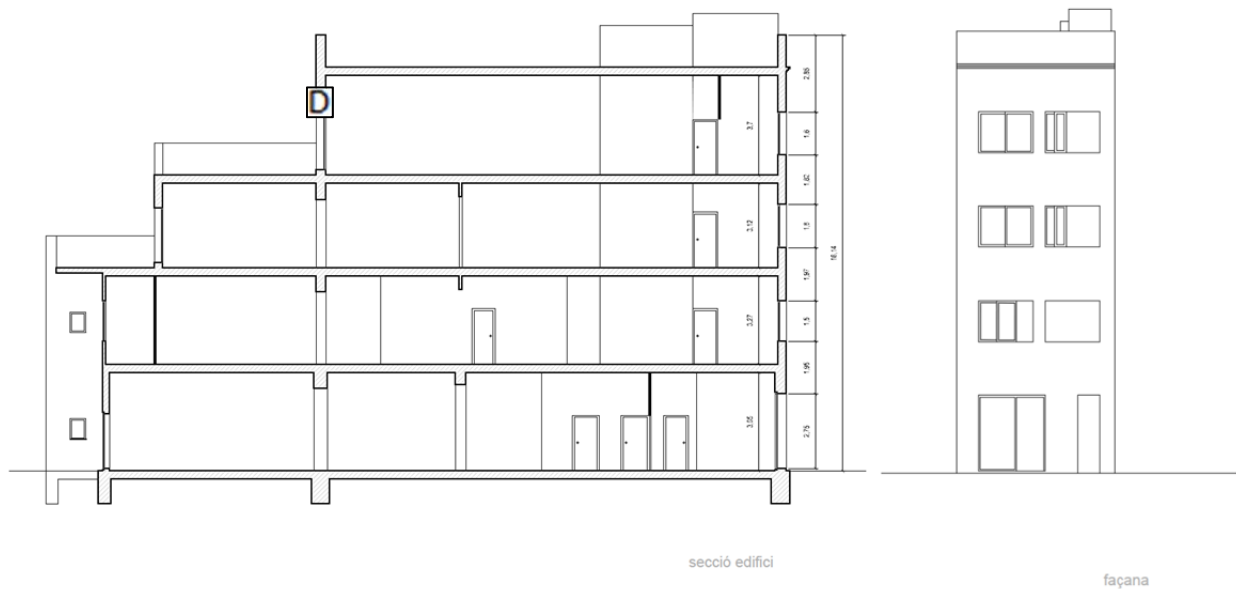
Picture 5- Set of drawings of 1965, source prepared by the autor.

1973: The building was then owned by the developer Dr. Architect Armando Lazaro Lopez who proposed the addition of a freight elevator covering part of the right row of windows, from where it is accessed. He eliminated the direct access to the street from the staircase, its new entrance being the large left entrance door which also accesses the ground floor. Because this direct access to the building was boarded up, the ground floor lost surface area, ceding part of the façade to the community as a staircase.

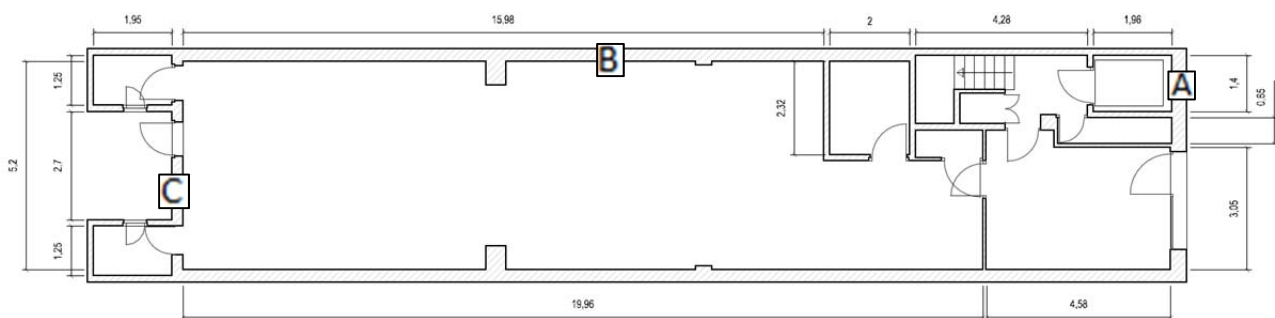
The existing wooden and reinforced concrete structure was reinforced with a steel structure brought into the interior of the building creating new porticoes that reduced the span of the existing beams. The building was also extended along its full depth of 27,4m, thereby occupying the site by 100%. This is the point where the second and third floors appear as residential.

The new surface area of the ground, first and second floors was modified and expanded considerably. The third floor gained a big terrace above the second floor extension. The ground and second floors are shown in image 6 together with the

appearance of the new façade. The complete set of drawings are attached as annexes chapter I, plans for the current; you can also see the 1973 project in the section of annexes and the original drawings in the same chapter.



Pl. 2- Loft



Pl. Baixa- Comercial

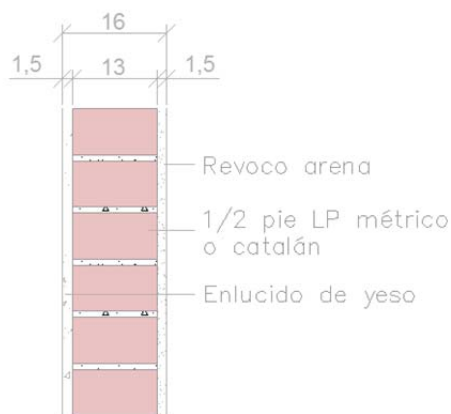
Picture 6- Set of drawings of 1973, source prepared by the autor.



Detail A- Façade envelope, source prepared by the autor.



Detail B- Rainy partition, source prepared by the autor.



Detail C- Back envelope, source prepared by the autor.



Detail D- Façade envelope of bath, source prepared by the autor.

After this reinforcement and extension project, the building no longer suffered any other considerable changes in its volumes, surfaces, structures or uses.

Regarding the method of construction used, the materials of the 1973 extension are quoted as follows:

"Bricks to be used as follows; solid 29 x 14 x 6.5, perforated 29 x 14 x 7, drilled 29 x 14 x 10 and hollow 29 x 14 x 10.

Mortars will be made exclusively from P-250 with the following designations and features: unloaded mortar M-20 1: 8, loaded mortar M-40 1: 6 and loaded mortar M-80 1: 4"

In situ studies and historical archives demonstrate that the building consisted of mass produced brick vertical structure, a horizontal structure with unidirectional ceramic floors across its surface, exterior surfaces coated with sand mortar and interiors with exposed plaster finishes.

The construction details of the components are listed below, in annexes, chapter III, constructions, where i detail de composition the layers of each construction.

Climatic and environmental data

The location of the building is in a C2 climate zone according to the CTE (Spanish Technical Building Code). It is about 6 meters above sea level. It is between two party walls, and despite the lower surrounding buildings, it is still provided with a lot of shade. This will be clearly exposed in following data.

El procés d'avaluació energètica emprat en aquest estudi segueix les pautes i normatives de protocols actuals, marcats per les guies de millors tècniques disponibles (MTD), que han estat elaborades a arrel de l'obligació de l'Administració general de l'Estat, segons l'article 8 de la Llei 16/2002 d'1 de juliol, de prevenció i control integrats de la contaminació, de subministrar la informació ambiental disponible i, si escau, d'elaborar les guies sectorials sobre millors tècniques disponibles.

En el document *Best Available Techniques for Energy Efficiency* (BREF), que es va aprovar el febrer del 2009, es donen eines a un auditor energètic per a realitzar auditories energètiques, així com valors de referència.

Aquesta avaluació té com a objectiu conèixer la relació entre les fonts energètiques, els usos energètics i els resultats generats mitjançant aquesta energia. S'aconsegueix el mapa energètic del centre que ens serveix per:

- Obtenir un coneixement fiable del consum energètic i del seu cost associat.
- Identificar i caracteritzar els factors que afecten al consum d'energia.
- Detectar i avaluar oportunitats d'estalvi i diversificació d'energia, i la seva repercussió en el cost energètic i de manteniment, així com altres beneficis, costos associats i rendibilitat.

A partir del mapa energètic i de l'anàlisi dels equips, s'identifiquen les propostes de millora per tal d'aconseguir una millor eficiència energètica i estalviar costos de l'energia.

Un cop identificades les propostes de millora, s'avaluen tècnicament i s'analitzen les inversions associades.

S'inclou també l'avaluació energètica d'aquestes propostes de millora, així com l'avaluació econòmica, de manera que es poden analitzar els paràmetres financers que defineixen la viabilitat tant dels escenaris com de la proposta de millora.

L'abast de l'avaluació definirà el detall al qual es vol arribar: quant més gran sigui l'abast, les propostes es referiran més a equips principals o seran més generalistes, mentre que si l'abast es va reduint, les propostes de millora aniran baixant més al detall.

El següent cronograma del procés d'avaluació energètica (*diagrama 1*) detalla el mètode emprat en aquesta avaluació energètica. És un mètode adaptat a un edifici de baixos consums energètics.

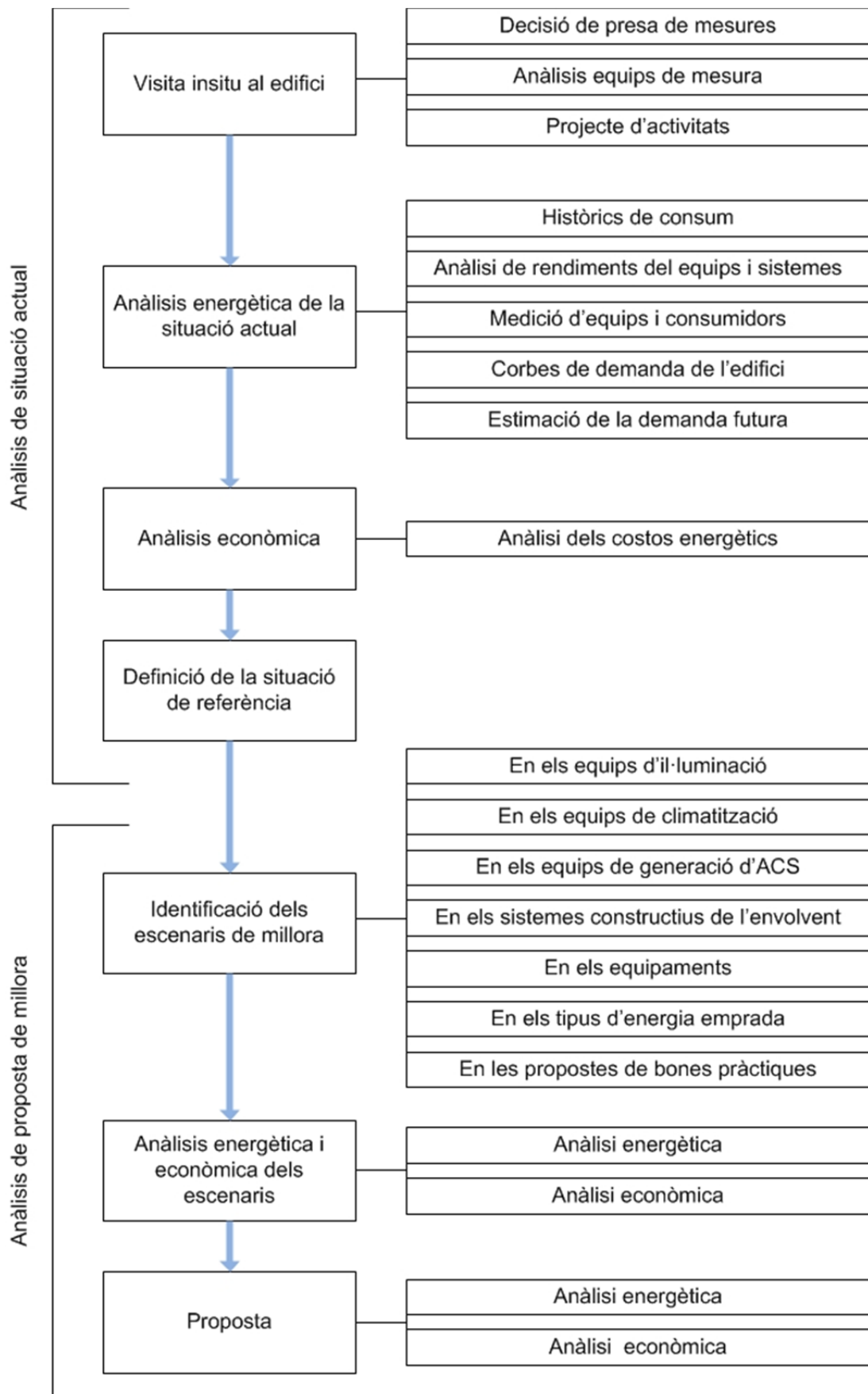


Diagrama 1- Cronograma del procés d'avaluació energètica, font E.P.

Visita in situ al centre

Aquesta fase té com a objectiu recaptar la informació detallada dels usos i sistemes de l'edifici i obtenir les lectures de consum energètic o d'altres paràmetres necessaris a partir de la instal·lació d'equips de mesurament.

El mesurament és un dels punts més importants a l'hora de preparar les futures valoracions, de manera que es pugui establir un calendari representatiu. Actuarem amb un mesurament puntual dels sistemes consumidors, creant un inventariat dels equips energètics.

Anàlisi energètica de la situació actual

L'anàlisi energètica de la situació actual té com a objectiu definir el mapa energètic de l'edifici, avaluar l'eficiència energètica i el rendiment energètic dels equips o processos. El mapa energètic de l'edifici es mostrarà en gràfic de barres i comportarà les dades de consum energètics separades per destins dels consums i als diferents espais als que van destinats.

El balanç d'emissions de l'edifici a avaluar només es deriva del consum elèctric. L'emissió de tones de CO₂ associades al consum determinat depenen de l'estructura de generació del *mix* espanyol i canvien cada any.

Anàlisi econòmica de la situació actual

Un cop realitzada l'anàlisi energètica es té un coneixement en profunditat dels consums energètics, dels equips i dels sistemes implicats i els costos que cal considerar.

Definició de la situació de referència

Un cop realitzada l'anàlisi de la situació actual, cal definir la situació de referència que es prendrà per tal d'avaluar els resultats de les propostes de millora.

Aquesta situació de referència ha de tenir en compte tots els paràmetres que poden afectar el consum i el cost energètic, com poden ser la climatologia, preus energètics, canvis de programes de treball o de productes.

Identificació de les propostes de millora

A partir de l'avaluació energètica, de les emissions i de l'avaluació econòmica, i definida la situació de referència estarem en disposició de definir les propostes de millora a analitzar.

Les propostes de millora es defineixen en funció del objectiu de màxima eficiència i menor impacte ambiental.

Anàlisis energètica i econòmica de les propostes de millora

Un cop definides les propostes de millora, la fase següent és l'anàlisi de la seva viabilitat econòmica. L'anàlisi energètica consisteix en valorar els consums energètics del centre un cop implantada la proposta de millora.

Es basa en fer una simulació energètica, de manera que s'avaluen els consums d'energia un cop instal·lats els nous equips o sistemes i donen com a resultat l'energia de procés o serveis definida a la situació de referència.

L'anàlisi econòmica avalua els costos energètics un cop implantada la proposta de millora. Ha de considerar bàsicament costos energètics, operacionals i de manteniment.

Cal considerar també els efectes dels costos mediambientals que, a vegades es deriven de la implantació de la proposta de millora, com poden ser les emissions de gasos.

The process of energy evaluation used in this study follows the rules and regulations of current protocols, determined by guidelines from the MTD (Spanish Best Available Techniques), created according to the requisitions of the General Administration of the State included in Article 8 of Law 16/2002, July 1st, for prevention and control of pollution, provision of available environmental information and, if appropriate, sectoral guidelines on best available techniques.

In the document Best Available Techniques for Energy Efficiency (BREF), approved in February 2009, there are tools for energy inspectors to perform energy audits as well as baselines.

This assessment aims to discover the relationship between energy sources, energy use and the results generated by this energy. This achieves an energy map of the center that serves to:

- Get a reliable knowledge of energy consumption and its associated costs.
- Identify and characterize the factors that affect energy consumption.
- Detect and assess opportunities for energy saving and diversification, and its impact on energy costs and maintenance, as well as other benefits, associated costs and profitability.

Using this energy map and the analysis of the equipment, the improvement proposals are identified in order to achieve better energy efficiency and save energy costs.

Once the improvement proposals are identified, they are technically evaluated and their associated investments analyzed.

Also included are the energy and economic evaluations of these improvement proposals, so that one can analyze the financial parameters that define the viability of both the existing scenario and the improvement proposal.

The scope of the assessment will define the detail which one wants to achieve: the larger the scope, the more the proposals relate to the main equipment and are more generalized, whereas if the scope is reduced, the improvement proposals will increase in detail.

The following chronograph of the energy evaluation process, diagram 1, details the method used in this energy assessment and is a method suited for buildings with low energy consumption.

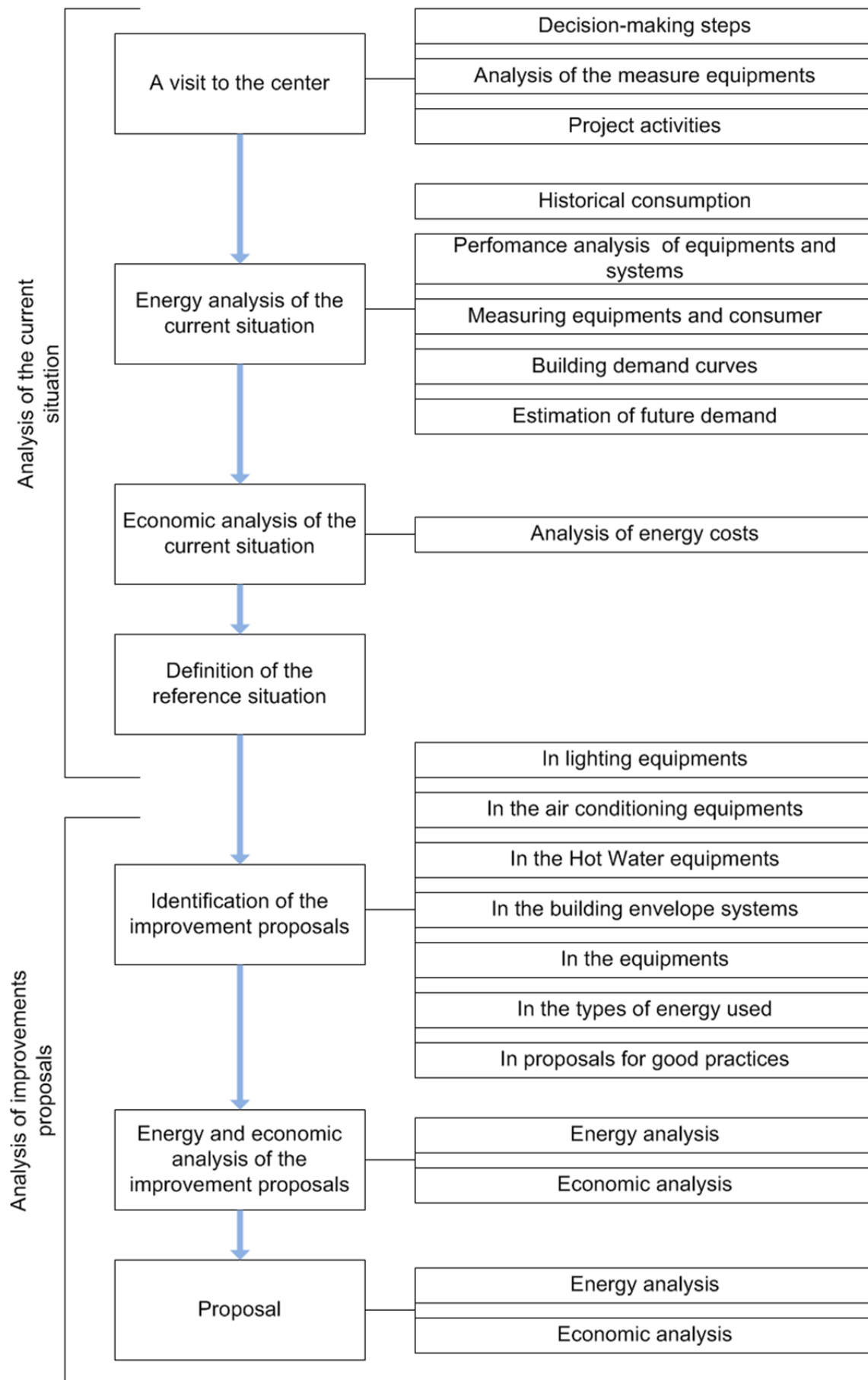


Diagram 2- details the method used in this energy assessment, source prepared by the autor.

A visit to the center

This phase aims to collect detailed information on the uses and systems of the building, and to obtain readings, with the installation of measuring equipment, of energy consumption and other necessary parameters.

Measurement is one of the most important points in preparing future valuations so that one can establish a representative chart. A specific measurement of the consuming systems will be used, creating an inventory of the energy equipments.

Energy analysis of the current situation

The energy analysis of the current situation aims to define the energy map of the building and to assess the energy efficiency and performance of the equipment or processes. The energy map of the building will be demonstrated in bar graphs that will show the energy consumption data separated according to consumption destinations and their designated areas.

The balance of the building's emissions in question can only be derived from its electricity consumption. The emission of CO₂ associated with each particular consumption depends on the structure of the Spanish mix and changes every year.

Economic analysis of the current situation

From this energy analysis one obtains an in-depth knowledge of energy consumption, equipments and systems involved, as well as costs to consider.

Definition of the reference situation

Once an analysis of the current situation is carried out, it is necessary to define the reference situation to be used in order to evaluate the results of the improvement proposals.

This reference situation must take into account all the parameters that may affect consumption and energy costs, such as the weather, energy prices and changes in work programs or products.

Identification of the improvement proposals

After assessing the energy, emissions and economic evaluation, and having established the reference situation, I will then be able to define the improvement proposals to be analyzed.

The improvement proposals are defined with the aim of obtaining maximum efficiency and minimum environmental impact.

Energy and economic analysis of the improvement proposals

Once the improvement proposals are defined, the next step is to analyze their economic feasibility. The energy analysis consists of evaluating the center's energy consumption once the improvement proposals have been implemented

The idea is to make an energy simulation where energy consumption is evaluated after having installed new equipment or systems which will then give, as a result, the energy process or services defined in the reference situation.

The economic analysis evaluates energy costs once the improvement proposals are implemented. It basically considers energy, operational and maintenance costs.

Also to be considered are the effects of environmental costs that often derive from the implementation of improvement proposals, such as gas emissions.

Capitol III – L'EDIFICI, CONSUMIDOR D'ENERGIA

L'edifici, el gran consumidor d'energia

Les construccions utilitzades actualment al nostre parc urbanístic, tant se val l'ús final al que van destinades, tenen un consum energètic molt alt, només en regim d'utilització, sense comptar el cost energètic associat de construir-los i després enderrocar-los/desmuntar-los, així com la gestió dels seus residus.

Aquests són costos que es deriven únicament de la necessitat de convertir-los en útils a l'activitat humana i confortables a les necessitats tèrmiques que requerim. Tot el que es relaciona amb l'edifici té una implicació directa en el consum final d'energia. Dins d'aquesta relació hi ha paràmetres que tenen un major afectació: la relació ubicació-tancament té un pes capdavanter en els consum finals i és aquí on la feina de tècnic pren la seva màxima aspiració. Si tenim en compte tots els paràmetres que hi ha dins d'un edifici, ens adonem que existeix un permanent e invisible joc de transferències de calor entre tots els cossos que hi comparteixen espai.

Els paràmetres que influeixen en el consum final d'energia van des de l'activitat de les persones, fins la quantitat de massa que hi ha dins del espai. Una bona manera de diferenciar aquestes aportacions seria aplicant la segona llei de la termodinàmica, on diu que les transferències de calor sempre van del cos calent al cos fred. Aplicar aquesta llei és difícil en primer terme, perquè un objecte depèn de la seva temperatura i la temperatura del seu entorn per saber com es comporta. Es comporta depenent del moment. Un mateix component es pot comportar com a aportador d'energia a l'espai i una estona després com a consumidor.

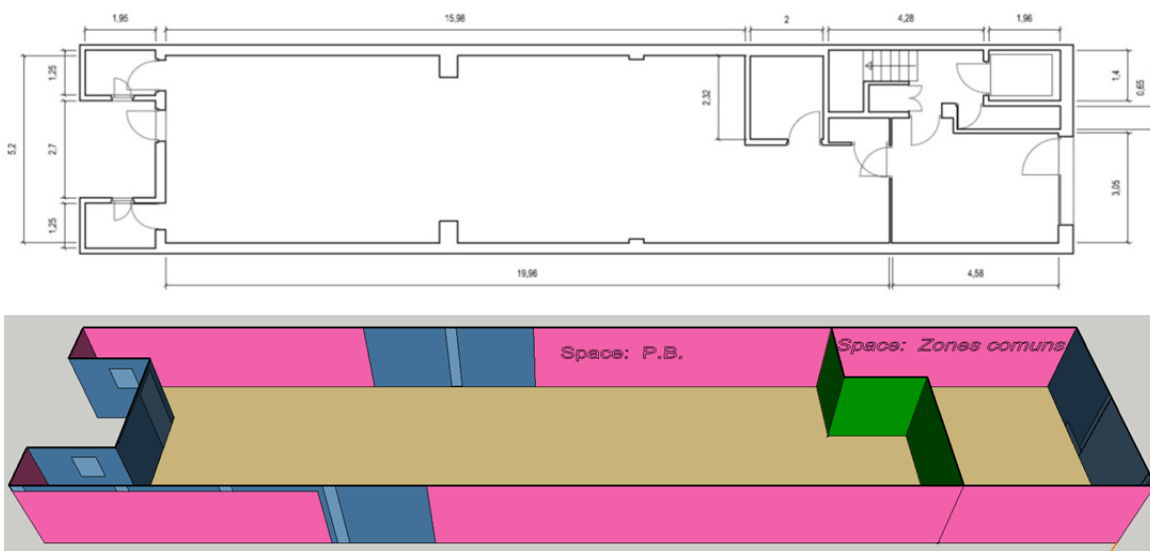
Així ens és impossible diferenciar els equips com a aportadors o com a consumidors d'energia en un terme fix. És per això que es diferenciarien per la seva finalitat de ús, sent el mateix software qui desglossi el comportament que té en cada moment.

Com s'ha comentat anteriorment el paràmetre que més afecta als consums de un edifici es la seva relació clima-envolvent. Els seus sistemes constructius, així com la definició de les seves pells, ja estan exposades al *Capítol I, punt: Informació de l'edifici*. La resta de paràmetres que afecten al consum final de energia els s'han separat en els següents: Activitats físiques, ratis de ventilació i components consumidors d'energia (equipaments, il·luminació, climatització i ACS).

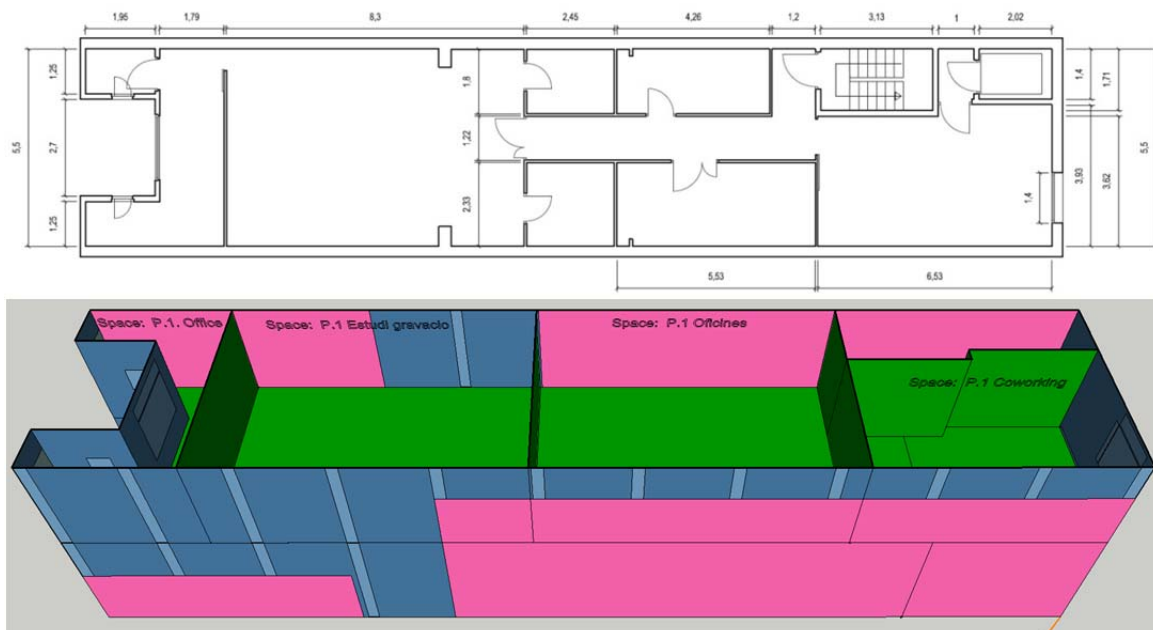
Delimitació d'espais

És, però abans menester, saber quins són els espais a analitzar. Cada espai ha de compartir un mateix sistema de climatització amb la mateixa temperatura de consigna, un mateix rati d'activitat humana i un mateix número d'equipaments aportadors o consumidors d'energia. La distribució d'espais ve donada llavors pel coneixement exhaustiu de cada espai, del què el compona i de com es fa servir. Tota aquesta informació queda plasmada en els punts següents. Un cop assimilada tota la informació, la distribució dels espais per cada planta queda de la següent manera:

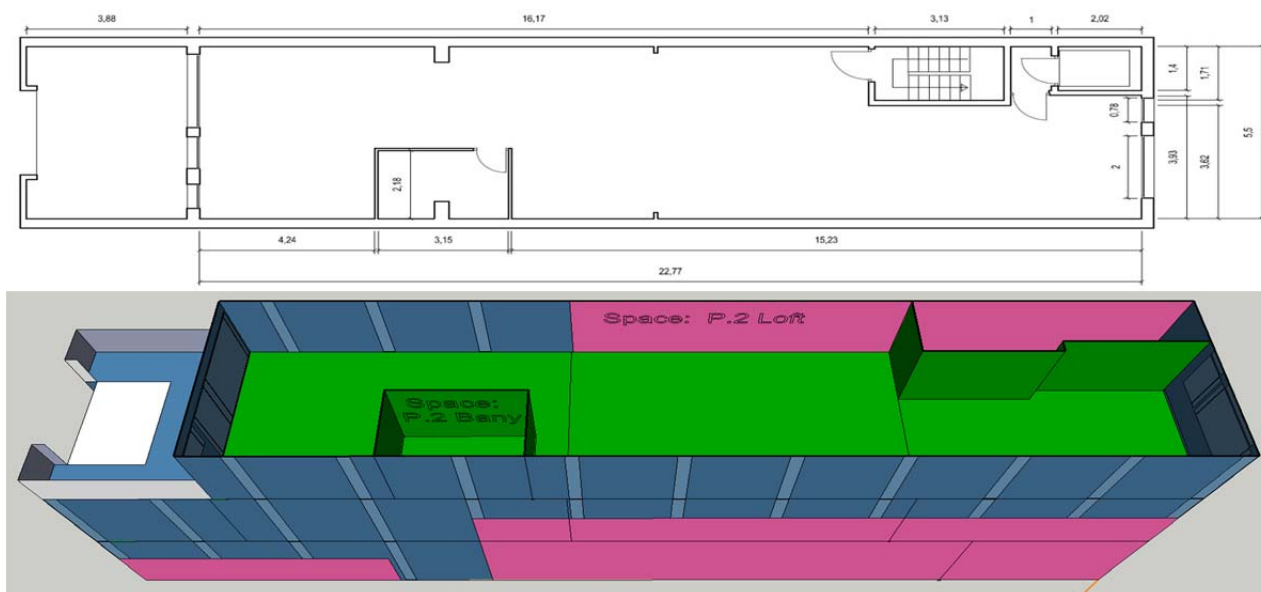
P. Baixa; passa a separar-se en els espais P.B. i Zones Comuns.



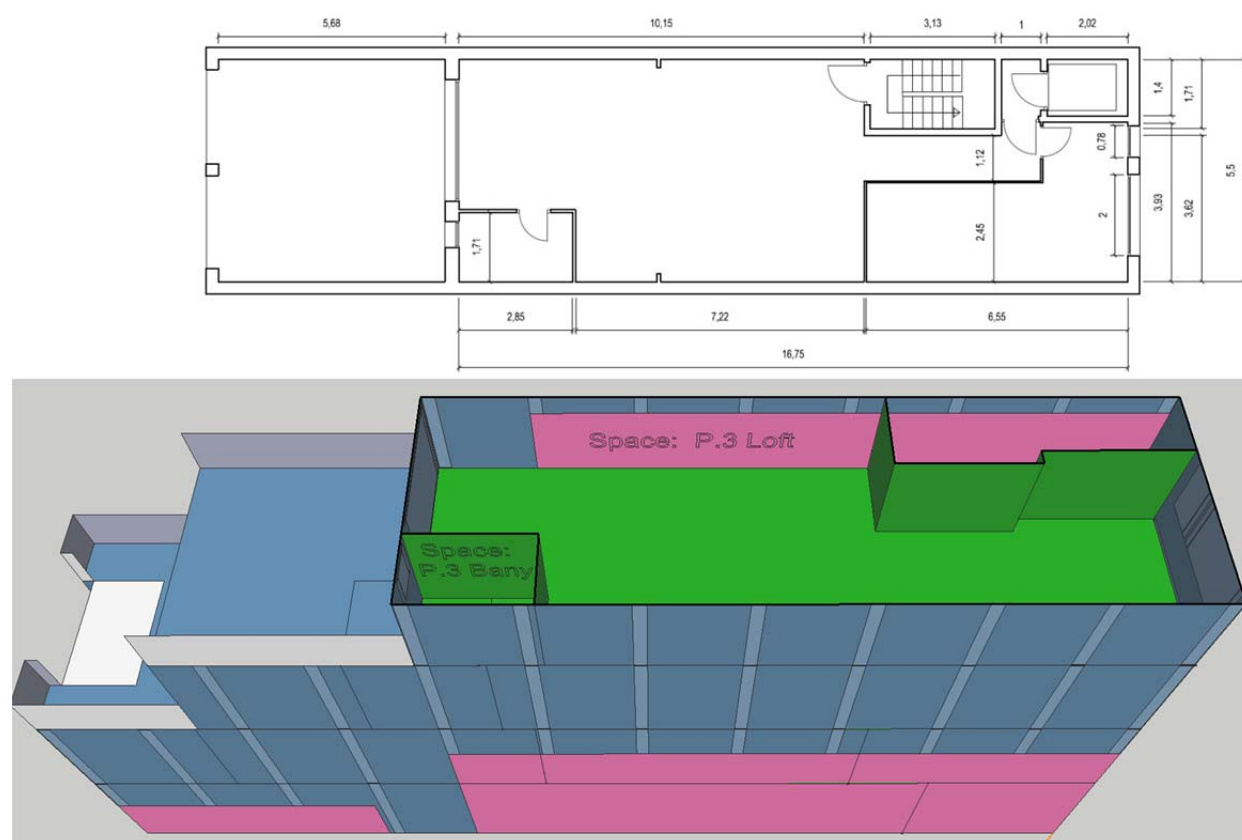
P. 1, passa a separar-se en Coworking, Estudi gravació, Oficines i Office.



P. 2, es divideix en P.2 Loft i P.2 Bany.



P. 3, es divideix en P.3 Loft i P.3 Bany.



L'obtenció de dades ha estat possible gràcies a la col·laboració dels tres veïns, No han tingut cap problema en explicar-me els usos detalladament que en fan, i deixar veure i analitzar tots els aparells consumidors i emissors d'energia.

Activitats físiques

Els aportaments en forma de calor latent i sensible que aporta un cos en moviment pot ser bastant significatiu quantitativament parlant, sabent que les activitats màximes poden arribar a aportar una energia equivalent a un aparell de 500 w de potencia. Sent les quantitats d'energia aportades gens menyspreable es converteix en un paràmetre d'especial atenció.

Al ser un edifici de varis usos, els seus horaris d'aprofitament són diversos, diferenciant clarament les plantes d'ús industrial amb les plantes d'ús residencial.

Actualment a la planta baixa hi ha un magatzem de roba. Els usos d'aquesta activitat es basen en horari d'oficina. A la primera planta, al ser un espai multidisciplinari, es troben varis règims d'usos diferents. La segona i tercera planta presenten un règim horari residencial amb una presència humana gairebé permanent.

En la taula es poden veure tant la activitat que es duu a terme, l'espai on es troba, la potència equivalent, el número de persones que s'hi troben, els horaris, el calendari i apreciacions si és menester.

placement	Activity	power (w)	nº	time table	Schedule							remarks
					S	M	T	W	TH	F	SA	
P. 1 Coworking	Office job	160	4	08:00 / 22:00								SA: 10:00 / 18:00
P. 1 Estudi gravació	Light Work workshops	216	8	08:00 / 16:00								
P. 1 Oficines	Office job	160	2	08 / 14 - 16 / 20								
P. 1 Office	sitting eating	130	4	12:00 / 13:00								
P. 2 Bany	Light manual work	200	2	12:00 / 14:00								
P. 2 Loft3		423 max	2	always on								various uses*
P. 3 Bany	Light manual work	200	2	12:00 / 14:00								
P. 3 Loft		423 max	2	always on								various uses*
P. B.	Work workshops	300	2	08 / 14 - 16 / 20								
*detail provided lofts	sleeping	72										
	Light office job	106										
	Office job	160										
	Work home	350										
	Gym	423										

Taula 1- Perfil d'ús dels espais, font E.P.

Les potències aportades en funció de l'activitat han estat obtingudes dels apunts del DAC Energia.

Ratis de ventilació

Les ventilacions es consideren com l'espai de temps que es tenen les finestres obertes, creant una circulació d'aire, per tal de renovar l'aire interior. Segons les dades facilitades pels usuaris de cada planta les ventilacions que apliquen són, curiosament a les dues plantes industrials, a primera hora del matí, de 8 a 9 normalment. Mentre que les plantes residencials, tenen un funcionament diferent. La planta tercera gairebé té sempre el sistema de climatització encès, dia i nit, hivern i estiu, apagant-lo només a l'hora de mig matí quan fan feines de la casa, d'11 a 12 aproximadament. Per canvi la segona planta, a part de obrir una hora cada dia, a les èpoques de climatologia més temperada, obren durant tota la nit des del vespre.

Equipaments consumidors de energia

L'edifici només té un tipus de recurs energètic, l'elèctric. Tots els seus consums depenen de l'electricitat. És aquest recurs el que en els últims temps ha patit les majors pujades econòmiques. El seu rendiment, comparat amb altres fonts d'energia, és bastant ineficient. Tot això converteix aquest edifici en idoni a ser estudiat. Tot aquest sumatori de factors fa que els aparells consumidors de energia hagin de ser revisats amb molta cura, podent arribar a ser determinants les actuacions pressos en aquest camp.

Per poder tenir un valor final on ajustar consums, i sabent que a la segona planta es té accés il·limitat per poder prendre totes les mesures que cregui convenientes, s'ha optat per fer un estudi detallat dels consums d'aquesta. Al rebre un tracte diferenciàt, els seus consums no apareixeran en les següents taules. Estan tots detallats al punt: "*Auditoria planta segona*" del mateix capítol.

Els equips consumidors de flux elèctric els he dividit en quatre grans grups:

- *Equipaments*: tots els aparells necessaris per dur a terme l'ús al que va destinat l'espai, com poden ser ordinadors, impressores, televisors, neveres, cafeteres...
- *Il·luminació*: tot allò destinat a il·luminar.
- *Climatització*: tot allò destinat a convertir el espai en tèrmicament confortable.
- *Equips d'aigua calenta*: seguit d'equips que tracten l'aigua per convertir-la en ACS.

Equipaments

placement	Equipment	power (W)	nº	consumption an hour (Kwh)	consumption an hour standby (Kwh)	time table	Schedule							remarks
							S	M	T	W	TH	F	SA	
P. 1 Coworking	desktop	65	4	0,26	---	08:00 / 22:00								SA: 10:00 / 18:00
P. 1 Oficines	Computers	270	3	0,81	0,05	08 / 14 - 16 / 20								non continuos, max 0,6
P. 1 Office	Microwave	1200	1	1,2	---	08:00 / 08:15 - 14:00 / 14:15								max 0,8
P. 1 Office	Fridge	570	1	0,57	0,048									
P. 1 Office	Kettle	1250	1	1,25	---									
P. 1 Office	Toaster	1125	1	1,125	---									
P. 3 Bany	Electric shaver	15	1	0,015	---	8:00								5 min
P. 3 Bany	Dryer	2200	1	2,2	---	9:00								2 min
P. 3 Loft	Extractor hood	240	1	0,24	---	always on 21:00 / 23:00								20 min
P. 3 Loft	Microwave	1200	1	1,2	---									2 min
P. 3 Loft	Induction Plate	4600	1	4,6	---									20 min
P. 3 Loft	Dish Washer	2100	1	2,1	---									1 service
P. 3 Loft	Washing Machine	2700	1	2,7	---									1 service
P. 3 Loft	Fridge	570	1	0,57	0,14									2 hour
P. 3 Loft	TV	200	1	0,2	---									
P. 3 Loft	Computers	680	1	0,68	---									7 hour
P. 3 Loft	Phone	25	1	0,025	---									10 min
P. 3 Loft	Vacuum	1200	1	1,2	---									
P. 3 Loft	Hifi	80	1	0,08	---									2 hour
P. B.	Computer	240	1	0,24	---	08 / 14 - 16 / 20								
Zones Comuns	elevator	1200	1	1,2	0,25									15 min

Taula 2- Perfil d'ús dels equipaments, font E.P.

II. luminació

placement	tecnology bulb	power (W)	nº	consumption an hour (Kwh)	time table	Schedule							remarks
						S	M	T	W	TH	F	SA	
P. 1 Coworking	Halogen	100	3	0,3	08:00 / 22:00								SA: 10:00 / 18:00
P. 1 Estudi gravació	Fluorescent	38	4	0,152	08:00 / 16:00								
P. 1 Estudi gravació	Compact fluorescent	18	1	0,018	always on								
P. 1 Oficines	Incandescent	60	10	0,6	08 / 14 - 16 / 20								non continuos, max 0,6
P. 1 Oficines	Halogen	100	1	0,1	always on								
P. 1 Office	Compact fluorescent	60	2	0,12	12:00 / 13:00								1 hour/day
P. 1 Office	Compact fluorescent	20	5	0,1									
P. 3 Bany	Fluorescent	60	1	0,06	08:00 / 08:30 - 20:00 / 21:00								max 0,6 winter & weekends
P. 3 Bany	Halogen	55	2	0,11									
P. 3 Loft	Halogen	55	18	0,99	W: 16 / 02								
P. 3 Loft	Halogen	20	3	0,06	S: 20 / 04								
P. B.	Halogen	55	6	0,33	12:00 / 13:00								1 hour/day
P. B.	Fluorescent	38	16	0,608	08 / 14 - 16 / 20								
Zones Comuns	Halogen	55	6	0,33	15 min to 45 min								winter max time
Zones Comuns	Fluorescent	18	7	0,126	always on								

Taula 3- Perfils d'ús de il·luminació, font E.P.

Climatització

Els sistemes de refrigeració de tot l'edifici són els mateixos. Els espais estan equipats amb aparells d'aire condicionat amb bomba de calor. Alguns dels equips son de recent instal·lació, altres, en canvi, porten bastants anys en actiu. És per això que he de suposar que no tots els aparells tenen una eficiència igual. Les diferències són molt extremes. La primera planta i la tercera planta tenen aparells molt vells i en mal estat com es pot veure en el conjunt d'imatges (imatge 7) en canvi la planta baixa i la segona planta tenen aparells acabats d'instal·lar.



Imatge 7- Aparells de la P.1 a la imatge esquerra i de la P.3 a la imatge dreta, font E.P.

No podent tenir una valoració exacte de l'estat d'eficiència dels aparells estudiats, optem per donar un paràmetre estàndard de màxims als aparells nous i mínims als aparells més vells. Tots els valors es poden veure a la taula 2.

El valor 0.7 ha estat decidit així ja que és el utilitzat per defecte pel software. El valor d'eficiència 1 s'ha atorgat pel fet de ser maquinàries totalment noves.

Real Definitive	Efficiency PTHP		
	Fan	motor	Efficiency
loft 2	1	1	1
bany 2	1	1	1
loft 3	0,7	0,7	0,7
bany 3	0,7	0,7	0,7
zones comuns			
P. B.	1	1	1
P.1 Coworking	0,7	0,7	0,7
P.1 Estudi Gr.	0,7	0,7	0,7
P.1 Office	0,7	0,7	0,7
P.1 Oficina	0,7	0,7	0,7

Taula 2- Eficiències de climatització, font E.P.

No tan sols els paràmetres d'eficiència són necessaris per poder avaluar correctament un sistema de climatització, és també necessari saber quines són les seves temperatures de consigna i quins horaris de funcionament tenen. Tota aquesta informació, incloent la de la segona planta, la trobem a la taula 3.

Real Definitive	Thermostats		Schedule								Remark
	Heating	Cooling	Time table	S	M	T	W	TH	F	SA	
loft 2	21	25	15/06 to 15/09 &								variable
bany 2	21	25	15/11 to 20/03								
loft 3	23	23	12:00 / 11:00								
bany 3	23	23	12:00 / 11:00								
zones comuns											
P. B.	21	25	09:00 / 20:00								
P.1 Coworking	22	25	09:00 / 20:00								
P.1 Estudi Gr.	22	25	09:00 / 16:00								
P.1 Office	22	25	09:00 / 20:00								
P.1 Oficina	22	25	09:00 / 20:00								

Taula 3- Temperatures, horaris i calendari dels sistemes de climatització, font E.P.

ACS

Els sistemes de generació d'aigua calenta de l'edifici són, en totes les plantes i degut a que la única font d'energia en el edifici és la electricitat, mitjançant dipòsits elèctrics independents en cada planta. En la imatge 8 es pot veure l'escalfador de la planta tercera, de capacitat de 80 l. i d'una antiguitat notòria.



Imatge 8- escalfador elèctric de la P.3, font E.P.

Real Definitive	Efficiency Boiler	
	Heather thermal Efec.	Capacity (l)
loft 2 bany 2	0,92	80
loft 3 bany 3	0,71	80
zones comuns		
P. B.	0,79	15
P.1 Coworking P.1 Estudi Gr. P.1 Office P.1 Oficina	0,71	80

Taula 4- Eficiència dels escalfadors, font E.P.

Els valors utilitzats a la taula 4 per l'eficiència tèrmica dels escalfadors d'aigua calenta són els que venen per defecte en l'extrem més negatiu. Per defecte surt el valor 0.71., sabent que el dipòsit de la P.B. té un any d'antiguitat i molt poc ús se li ha donat un valor de 0.79.. La segona planta té equipament totalment nou, per això té un valor de 0.92.

Metodologia de pressa de dades de la segona planta

Per poder separar de forma més real, els consum per finalitats, s'ha realitzat una auditoria energètica de tots els aparells consumidors d'energia de la segona planta.

Els mesuraments dels aparells s'ha dut a terme amb un aparell de la marca OWL model USB CM 160. Aquest aparell és un comptador amb pinça amperimètrica que va sumant el pas d'ampers consumits fins donar un consum en Kwh. Els resultats es poden visualitzar en un gràfic del mateix software o exportar a Excel.


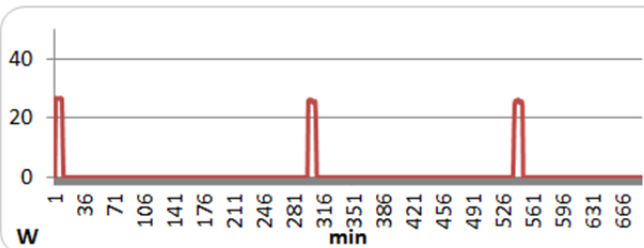

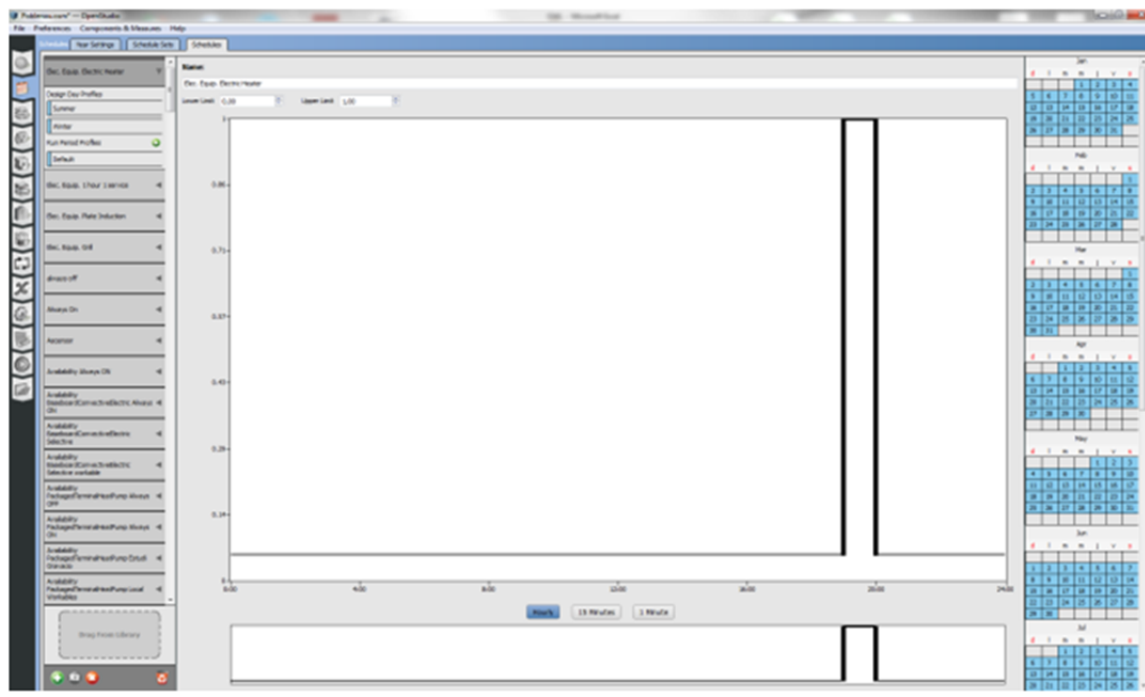


Imatge 9- Aparell mediador d'electricitat, font TheOwl.com



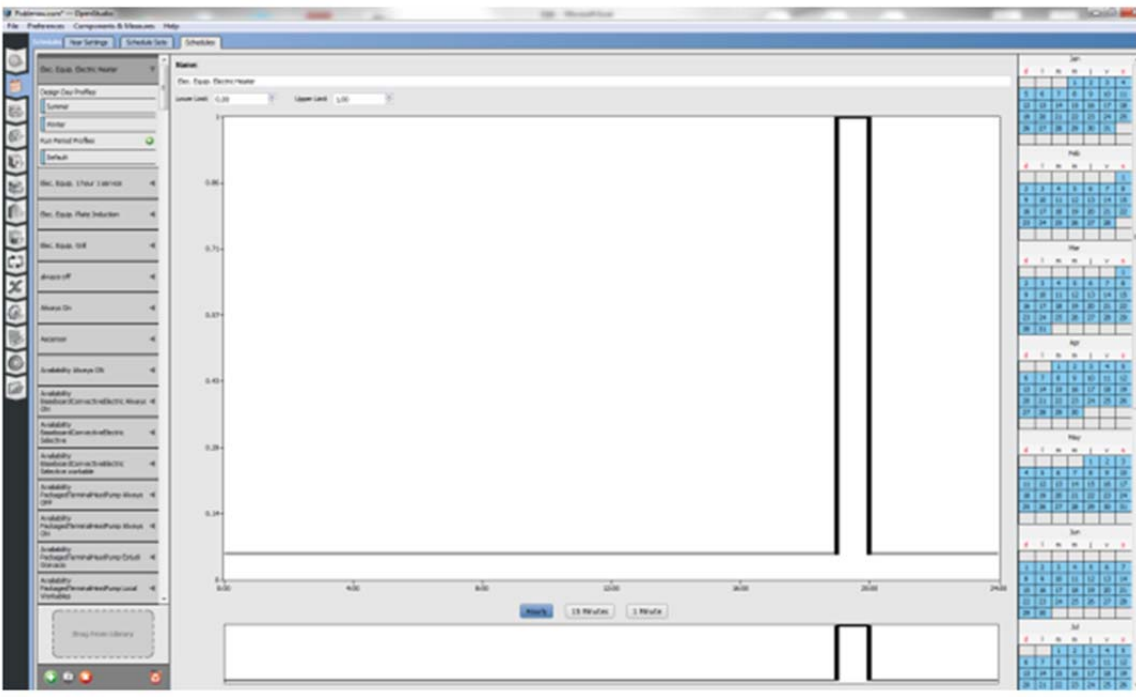
Abans de començar a prendre mesures és convenient entendre com funcionen els aparells consumidors, en què es diferencien i si es poden utilitzar d'alguna altra manera. Les diferències principals venen donades pel tipus d'ús que se'n fa, tenint dos grans grups: els que treballen per hores i els que ho fan per cicles.

Els equips que treballen per hores són aquells que tenen un consum continuat i constant durant el període de temps que s'està utilitzant. Els que treballen per cicles són aquells que comencen una funció programada, de durada i programes establerts amb anterioritat, i en finalitzar-la, deixa de consumir. En el cas dels equips per hores podríem tenir un ordinador, un llum, un televisor.... En el cas dels equips que es comptabilitzen per cicles tindríem una rentadora, un rentaplats o fins i tot un escalfador elèctric. Aquest últim aparell, l'escalfador elèctric, s'ha de tenir en compte que pot ser avaluat de les dues maneres, i així s'ha computat. Es pot mesurar el seu consum continu, consum derivat de mantenir l'aigua calenta, com es mostra a la taula 7, on es veuen els pics de consum dintre dels 667 minuts que dura el mesurament, i que té un consum mitjana de 0.064 Kw/h. En canvi, a la taula 8, es pot veure el que es triga a escalfar el volum d'aigua utilitzada en un dutxa d'uns 50l. Aproximadament. L'escalfador està 46 minuts, consumint 1.26 Kw/h. Aquest consum determinaria el consum en el cicle d'una dutxa.

De cada un dels aparells consumidors d'electricitat del loft de la segona planta s'ha creat una fitxa consultiva on es pot veure: informació del aparell, metodologia emprada, gràfica de consums durant el temps de mesurament en minuts, taula resum de consum (encès i en standby) i el programa introduït durant 24 hores a OpenStudio. Totes les fitxes es poden consultar als annexes, al capítol II, fitxes d'equipaments.

Electric consumption object:		ELECTRIC HEATER (standby)									
		Brand: THERMOR									
		Model: DURALIS (80l)									
		Energy Class:									
		Power Rating: 1800 W									
		Reference/code:									
		Link: http://www.thermor.es/termos-electricos/termo-electrico-serie-premium-duralis									
Data acquisition:	Getting data by:	Consumption graph:									
	OWL + USB CM 160 										
	Conditions: 1. Standby during 667 minutes										
Data gets in:		Uses:	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Consums reals <i>Kwh</i></th><th>Hours / day</th><th>Days / week</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Turn ON</td><td>0.06484</td><td>24</td><td>7</td></tr> </tbody> </table>		Consums reals <i>Kwh</i>	Hours / day	Days / week	Turn ON	0.06484	24	7
	Consums reals <i>Kwh</i>	Hours / day	Days / week								
Turn ON	0.06484	24	7								
HOUR											
Introduction data of 24 h. to OS											

Taula 5- Fitxa mostra de consums d'escalfador elèctric en standby, font E.P.

Electric consumption object:		ELECTRIC HEATER (Turn on 50l)										
		Brand: THERMOR										
		Model: DURALIS (80l)										
		Energy Class:										
		Power Rating: 1800 W										
		Reference/code:										
		Link: http://www.thermor.es/termos-electricos/termo-electrico-serie-premium-duralis										
Data acquisition:	Getting data by:		Consumption graph:									
	OWL + USB CM 160											
	Conditions:	1. Turn on: one service of 50l from minute 1 to minute 46.										
	Data gettings:	SERVICE										
		Uses:	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Consums reals <i>Kwh</i></th> <th>Hours / day</th> <th>Days / week</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Turn ON</td> <td>1.23</td> <td>2 services</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>			Consums reals <i>Kwh</i>	Hours / day	Days / week	Turn ON	1.23	2 services	7
	Consums reals <i>Kwh</i>	Hours / day	Days / week									
Turn ON	1.23	2 services	7									
Introduction data of 24 h. to OS												

Taula 6- Fitxa mostra de consums d'escalfador elèctric en mode dutxa de 50l., font E.P.

Tots els consums, a part d'estar detallats a les fitxes en els annexes, tenen un calendari de ús associat, necessari també per a conèixer correctament les transferències d'energia. En la taula 9 es poden veure els consums i horaris de tots els equips de la segona planta. La taula 10 és d'il·luminació, de la mateixa planta, també separada per espais.

Equipment- Loft 2	Real Consumption an hour/service Kwh		Schedule							
	Standby	Working	Time table	S	M	T	W	TH	F	SA
Extractor Hood		0,177 h	45 min							
Oven	0,002	1,557 h	30 min							
Microwave	0,002	1,288 h	1 min							
Electric grill		2,315 h	20 min							
Plate induction	0,002	0,369 h	45 min							
Dishwasher		0,687 s	1 s/d							
Washing Machine		0,185 s	1 s/d							
Fridge		0,053 h	always on							
Electric Heater	0,065	1,230 s	no applied as equipment							
Toaster		0,549 h	3 min							
Kettle		0,025 s	1 s							
Tv 42"		0,166 h	2 hour							
Tv 32"		0,048 h	1 hour							
Tv 19"		0,032 h	20 min							
Computer	0,016	0,274 h	12 hour							
Equipment- Bany 2	Real Consumption an		Schedule							
	Standby	Working	Time table	S	M	T	W	TH	F	SA
Extractor		0,016	1,5 hour							
Secador		1,851	5 min							

Taula 7- Perfils d'ús d'equipaments de la P.2, font E.P.

Lights - Loft 2		Real Consumption an hour <i>Kwh</i>			Schedule							
Place	technology	Nominal power <i>W</i>	n°	Working 1 bulb <i>Kwh</i>	Time table	S	M	T	W	Th	F	SA
Halogen hall	Halogen	50	3	0,032	5 min							
Halo. Dinnig room/office	Halogen	50	6	0,032	30 min							
Halogen dressing room	Halogen	50	3	0,048	10 min							
Compact bedroom lamp	Compact Fluorescent	20	2	0,016	5 min							
Halo Dinning room 3 lamp	Halogen	70	3	0,075	15 min							
Kltchen Compact island	Compact Fluorescent	20	2	0,032	1 hour							
Kitchen Compact	Compact Fluorescent	11	3	0,016	1 hour							
terrassa pilar	led	7	1	0,000	Led bulb, not detected							
terrassa paret	Halogen	100	2	0,121	6 mounth / 1 hour							
Halogen Vial	Halogen	50	4	0,052	1 hour							
Ball lamp.	Halogen	70	1	0,049	6 mounth / 2 hour							
Pictures lamp.	Compact Fluorescent	100	2	0,081	6 mounth / 2 hour							
Living room lamp.	Compact Fluorescent	20	1	0,016	4 mounth / 3 hour							

Lights - Bany 2		Real Consumption an hour <i>Kwh</i>			Schedule							
Place	technology	Nominal power <i>W</i>	n°	Working 1 bulb <i>Kwh</i>	Time table	S	M	T	W	Th	F	SA
Baix Consum	Compact Fluorescent	20	4	0,016	1.5 hour							

Taula 8- Perfils d'ús de llums de P.2, font E.P.

The building, the large energy consumer

Buildings currently in urban areas, no matter what their final use is, already have a very high energy consumption only from their use, without taking into account the associated energy cost in building them and then demolishing/ disassembling them as well as any waste management.

These costs are derived solely from the need to make them useful to human activity as well as thermally comfortable. Everything that relates to the building has a direct implication on the final energy consumption. In this regard there are parameters that have a greater involvement; the location-enclosure relationship has a leading importance in the end consumption, and this is where the work of the technician plays an important role. Considering all the parameters that are inside a building, one realizes that there is a permanent and invisible field of heat transfer between all bodies that share the same space.

The parameters that influence the final energy consumption range from the activities of people to the amount of elements inside the space. A good way to distinguish these contributions would be to apply the second law of thermodynamics, which states that heat always moves from a hot body to a cold body. However, applying this law can be difficult because objects behave in different ways according to their temperature and the temperature of its environment. Depending on the moment, the same component can behave like an energy supplier into the space and after a while like a consumer.

So it is impossible to differentiate the equipment as suppliers or consumers of energy in a fixed term, which is why I will differentiate them for their purpose of use, but using the same software that separates their behaviour at all times.

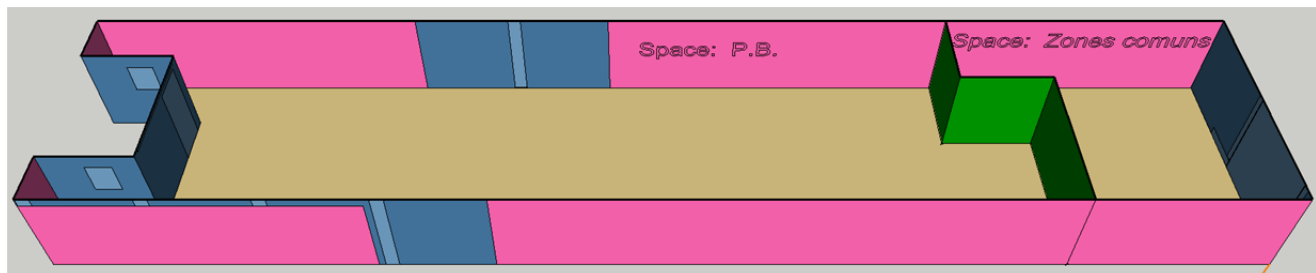
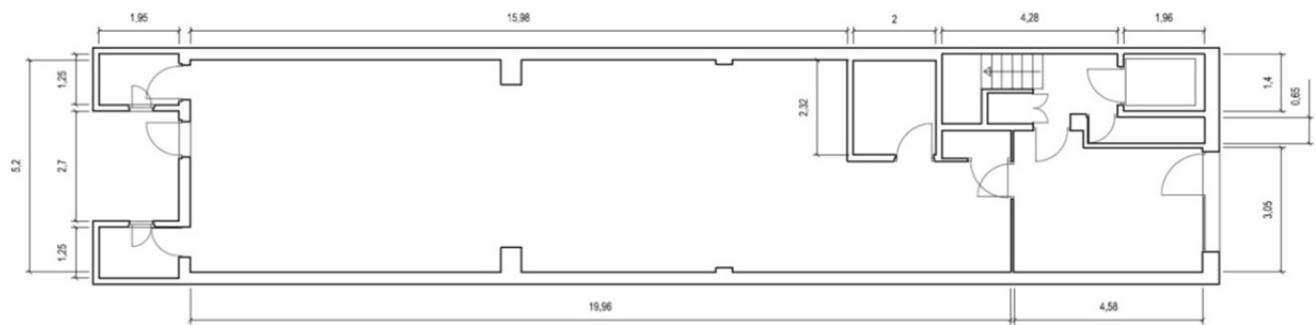
As mentioned above, the parameter that most affects a building's consumption is its climate-enclosure relationship. Its construction methods, as well as wall definitions are already exposed in Chapter one: Information of the building. The other parameters that affect the final energy consumption have been separated into the following: physical activities, ventilation ratios and energy consuming components (equipment, lighting, air conditioning and hot water).

Delimitation of areas

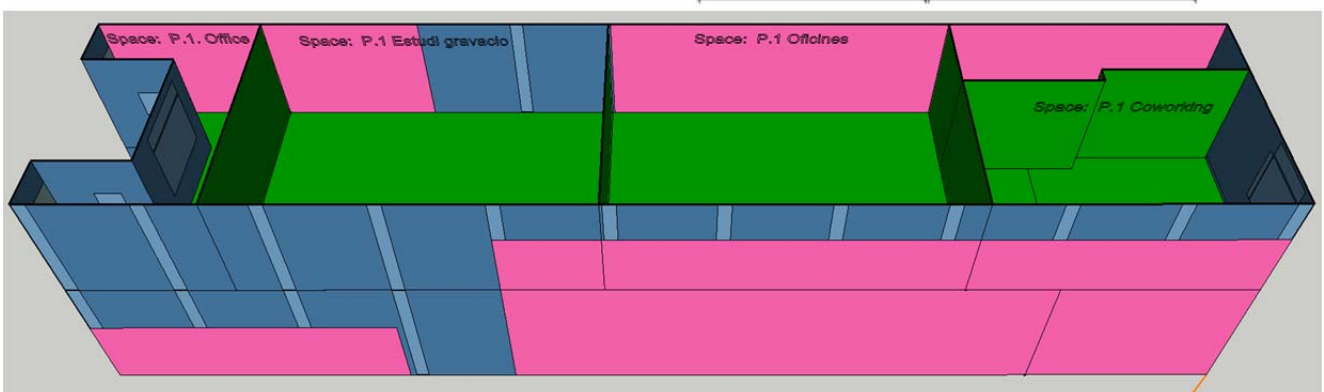
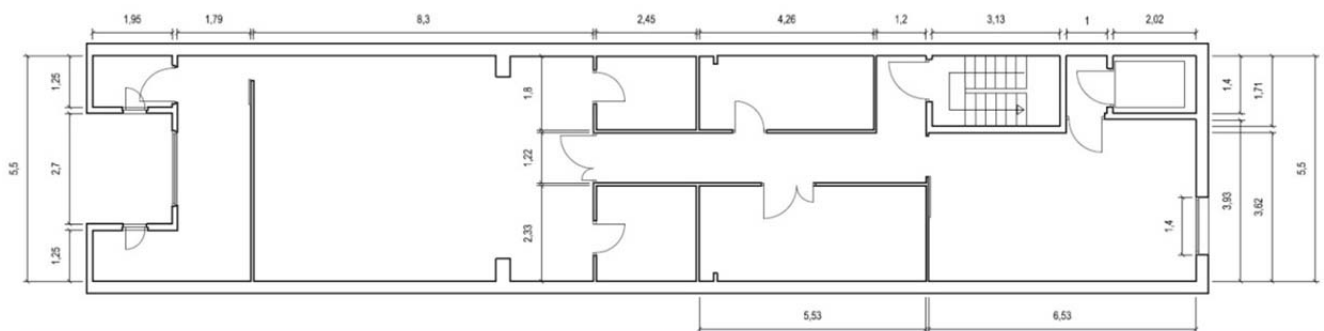
Beforehand, however, it is necessary to know what areas will be analysed. Each space must share the same air conditioning system with the same selected temperature, the same ratio of human activity and the same number of energy

consuming or contributing equipments. The space distribution is given then by a thorough knowledge of every space, of what it consists of and how it is used. All this information is given in the following points. Having assimilated all the information, the space distribution in each floor is as follows:

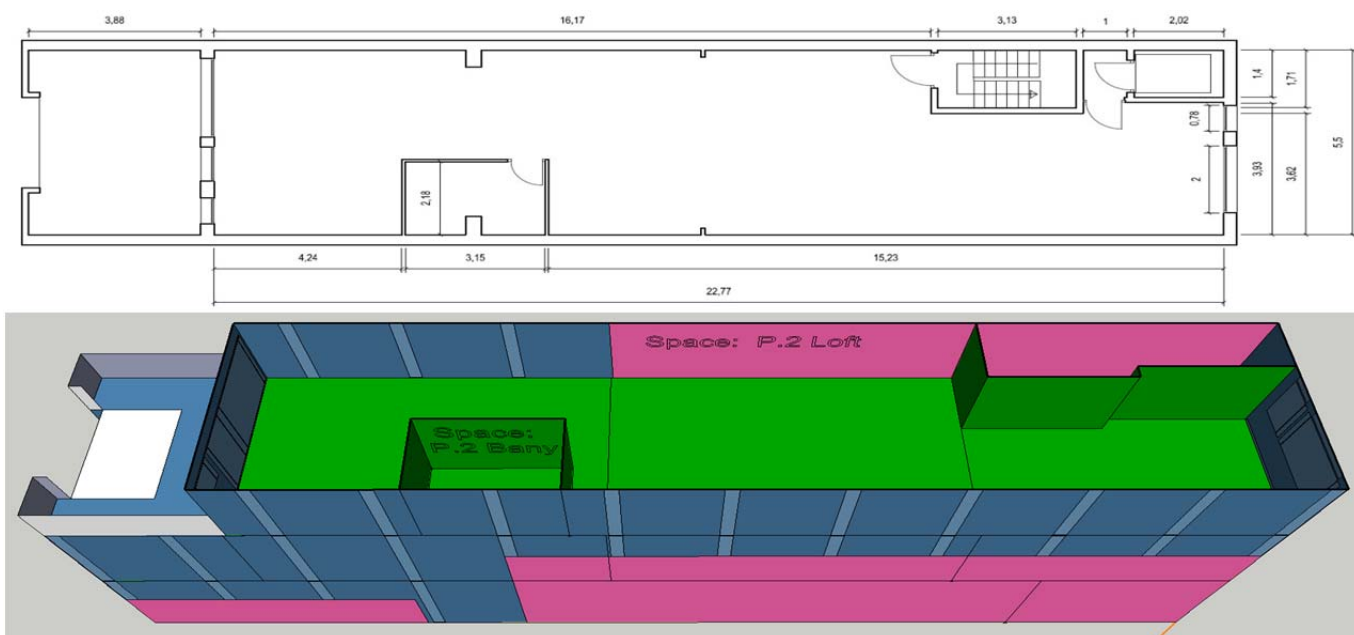
Ground floor: split into Ground floor and Communal Areas.



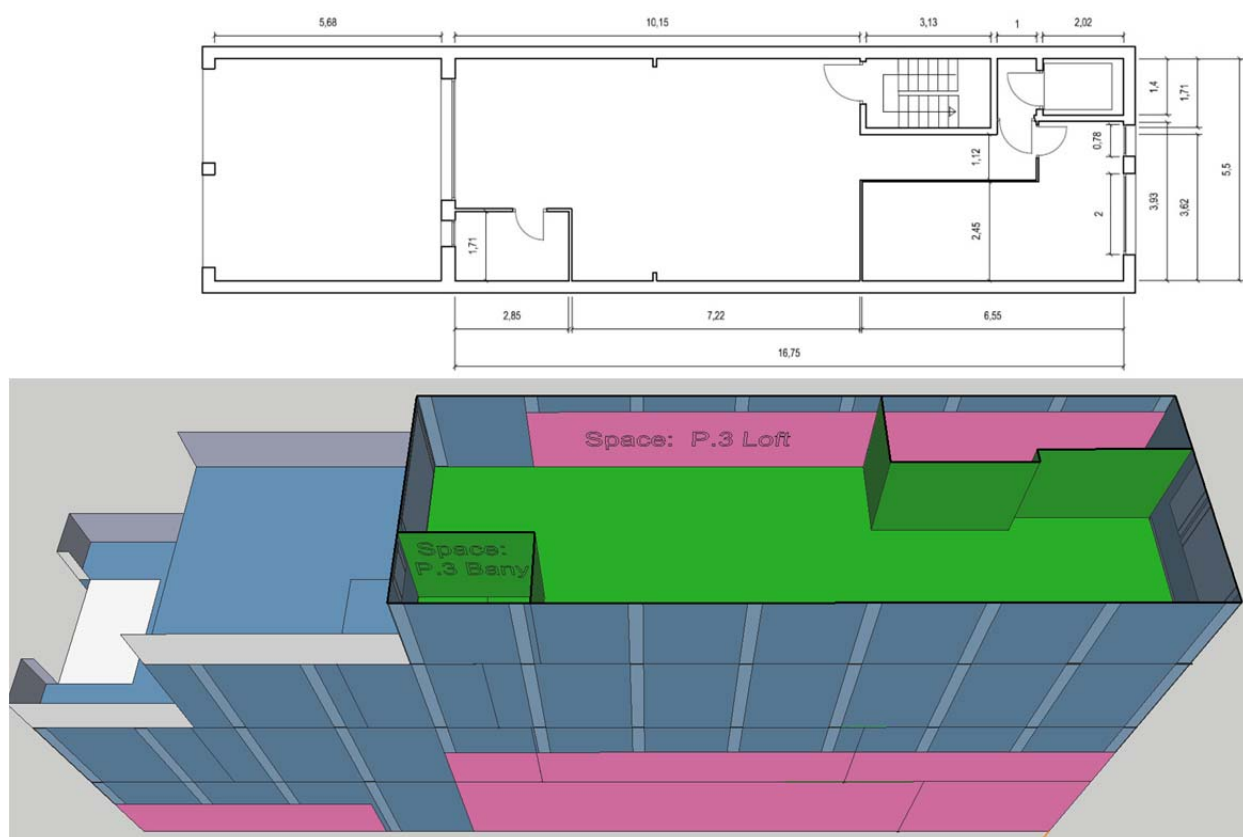
1st floor: split into Co-working, Recording Studio, Offices and Office.



2nd floor: split into floor 2 Loft and floor 2 Bathroom.



3rd floor: split into floor 3 Loft and floor 3 Bathroom.



The data was collected thanks to the collaboration of three neighbours who openly informed me in detail their uses, allowing me to see and analyse all the consuming and emitting energy devices.

Physical activities

Contributions in form of latent and sensitive heat provided by a moving body can be quite significant in quantitative terms, knowing that the energy emitted from maximum activities may be equivalent to a 500 W apparatus. This contribution is not at a negligible amount of energy and becomes a parameter of special attention.

Being a building with several uses, it has diverse activities at different hours, but with a clear differentiation between the floors dedicated to industrial use and the residential ones.

Currently the ground floor is a clothes storage space with the same opening hours as an office, and the first floor is a multidisciplinary space with several different activities. The second and third floors are residential with almost a permanent human presence.

Table 1 shows the activity and space where it takes place, the equivalent power, the number of people present, time schedules, the calendar and any necessary assessments.

placement	Activity	power (W)	nº	time table	Schedule							remarks
					S	M	T	W	TH	F	SA	
P. 1 Coworking	Office job	160	4	08:00 / 22:00								SA: 10:00 / 18:00
P. 1 Estudi gravació	Light Work workshops	216	8	08:00 / 16:00								
P. 1 Oficines	Office job	160	2	08 / 14 - 16 / 20								
P. 1 Office	sitting eating	130	4	12:00 / 13:00								
P. 2 Bany	Light manual work	200	2	12:00 / 14:00								
P. 2 Loft3		423 max	2	always on								various uses*
P. 3 Bany	Light manual work	200	2	12:00 / 14:00								
P. 3 Loft		423 max	2	always on								various uses*
P. B.	Work workshops	300	2	08 / 14 - 16 / 20								
*detail provided lofts	sleeping	72										
	Light office job	106										
	Office job	160										
	Work home	350										
	Gym	423										

Table 9- uses of spces, source prepared by the autor.

The powers provided in accordance with the activity have been obtained from DAC Energy.

Ventilation ratios

Ventilation is measured by how often windows are kept open, creating air circulation to renew the air inside. According to the data provided by users of each floor, this only occurs, interestingly enough, in the two industrial floors in the early morning, usually from 8 to 9am, while the residential floors have a different function. The third floor has almost always the air conditioning system on, day and night, winter and summer, only switched off at mid-morning when housework is done, approximately from 11am to 12pm. On the other hand, the second floor opens them an hour each day and in mild weather, also evenings and all night long.

Energy consuming equipment

The building has only one type of energy source which is electric. All its consumption depends on electricity. It is precisely this resource which has recently suffered the largest economic increases; its performance compared with other energy sources, is quite inefficient. This makes this building an ideal case study. Due to all these factors, the energy consuming equipment must be carefully checked and can become decisive in the actions taken in this field.

In order to have a final value for adjusting the consumption, and knowing I have unlimited access in the second floor to take any appropriate action, I decided to make a detailed study of this floor's consumption. Since it has a different treatment, its consumption values do not appear in the following tables and are all detailed in the section: Second floor auditing in the same chapter.

The electricity consuming equipment has been divided into four groups:

- *Equipment*, all equipment necessary to carry out the use of the space, such as computers, printers, televisions, refrigerators, coffee makers...
- *Lighting*, everything designed to illuminate.
- *Air conditioning*, everything destined to produce a thermally comfortable space.
- *Hot water supply*, and equipments that treat water for human use.

Equipment

placement	Equipment	power (W)	nº	consumption an hour (Kwh)	consumption an hour standby (Kwh)	time table	Schedule							remarks
							S	M	T	W	TH	F	SA	
P. 1 Coworking	desktop	65	4	0,26	---	08:00 / 22:00								SA: 10:00 / 18:00
P. 1 Oficines	Computers	270	3	0,81	0,05	08 / 14 - 16 / 20								non continuos, max 0,6
P. 1 Office	Microwave	1200	1	1,2	---	08:00 / 08:15 - 14:00 / 14:15								max 0,8
P. 1 Office	Fridge	570	1	0,57	0,048									
P. 1 Office	Kettle	1250	1	1,25	---									
P. 1 Office	Toaster	1125	1	1,125	---									
P. 3 Bany	Electric shaver	15	1	0,015	---	8:00								5 min
P. 3 Bany	Dryer	2200	1	2,2	---	9:00								2 min
P. 3 Loft	Extractor hood	240	1	0,24	---	always on 21:00 / 23:00								20 min
P. 3 Loft	Microwave	1200	1	1,2	---									2 min
P. 3 Loft	Induction Plate	4600	1	4,6	---									20 min
P. 3 Loft	Dish Washer	2100	1	2,1	---									1 service
P. 3 Loft	Washing Machine	2700	1	2,7	---									1 service
P. 3 Loft	Fridge	570	1	0,57	0,14									2 hour
P. 3 Loft	TV	200	1	0,2	---									
P. 3 Loft	Computers	680	1	0,68	---									7 hour
P. 3 Loft	Phone	25	1	0,025	---									10 min
P. 3 Loft	Vacuum	1200	1	1,2	---									
P. 3 Loft	Hifi	80	1	0,08	---									2 hour
P. B.	Computer	240	1	0,24	---	08 / 14 - 16 / 20								
Zones Comuns	elevator	1200	1	1,2	0,25									15 min

Table 2- Equipments of spaces, source prepared by the autor.

Lighting

placement	tecnology bulb	power (W)	nº	consumption an hour (Kwh)	time table	Schedule							remarks
						S	M	T	W	TH	F	SA	
P. 1 Coworking	Halogen	100	3	0,3	08:00 / 22:00								SA: 10:00 / 18:00
P. 1 Estudi gravació	Fluorescent	38	4	0,152	08:00 / 16:00								
P. 1 Estudi gravació	Compact fluorescent	18	1	0,018	always on								
P. 1 Oficines	Incandescent	60	10	0,6	08 / 14 - 16 / 20								non continuos, max 0,6
P. 1 Oficines	Halogen	100	1	0,1	always on								
P. 1 Office	Compact fluorescent	60	2	0,12	12:00 / 13:00								1 hour/day
P. 1 Office	Compact fluorescent	20	5	0,1									
P. 3 Bany	Fluorescent	60	1	0,06	08:00 / 08:30 - 20:00 / 21:00								max 0,6 winter & weekends
P. 3 Bany	Halogen	55	2	0,11									
P. 3 Loft	Halogen	55	18	0,99	W: 16 / 02								
P. 3 Loft	Halogen	20	3	0,06	S: 20 / 04								
P. B.	Halogen	55	6	0,33	12:00 / 13:00								1 hour/day
P. B.	Fluorescent	38	16	0,608	08 / 14 - 16 / 20								
Zones Comuns	Halogen	55	6	0,33	15 min to 45 min								winter max time
Zones Comuns	Fluorescent	18	7	0,126	always on								

Taula 3- Lights of spaces, source prepared by the autor.

Climate

The cooling systems of the building are all the same; all spaces are equipped with cooling and heating air conditioning devices. Some of the equipment installations are recent, others, however, have many years of use. That's why I assume that not all devices have the same efficiency. The differences are extreme. The first and third floors have very old equipment in a bad state, as one can appreciate in the set of images 7, but the ground and second floors have two newly installed devices.



Picture 7- 1st floor climate devices on left picture, Device oh 3th floor on right Picture, source prepared by the autor.

Since it's not possible to obtain an accurate assessment of the state of efficiency of the devices studied, settings with the highest standard are chosen for new equipment and the lowest for older devices. All values can be seen in table 2.

I chose the value of efficiency 0.7 since by default its used in the software, and the value 1 for being entirely new machinery.

Real Definitive	Efficiency PTHP		
	Fan	motor	Efficiency
loft 2	1	1	1
bany 2	1	1	1
loft 3	0,7	0,7	0,7
bany 3	0,7	0,7	0,7
zones comuns			
P. B.	1	1	1
P.1 Coworking	0,7	0,7	0,7
P.1 Estudi Gr.	0,7	0,7	0,7
P.1 Office	0,7	0,7	0,7
P.1 Oficina	0,7	0,7	0,7

Table 10- Climate devices efficiency, source prepared by the autor.

It is not only necessary to have the efficiency parameters to properly evaluate an air conditioning system, but also its pre-determined temperatures and when it operates. All this information is included with the second floor in Table 3.

Real Definitive	Thermostats		Schedule								Remark
	Heating	Cooling	Time table	S	M	T	W	TH	F	SA	
loft 2	21	25	15/06 to 15/09 &								variable
bany 2	21	25	15/11 to 20/03								
loft 3	23	23	12:00 / 11:00								
bany 3	23	23	12:00 / 11:00								
zones comuns											
P. B.	21	25	09:00 / 20:00								
P.1 Coworking	22	25	09:00 / 20:00								
P.1 Estudi Gr.	22	25	09:00 / 16:00								
P.1 Office	22	25	09:00 / 20:00								
P.1 Oficina	22	25	09:00 / 20:00								

Table 11- Climate schedules, source prepared by the autor.

ACS

Since the only source of energy is electricity, the hot water supply in the whole building is by means of independent electric water tanks on each floor. The image x shows the heater on the third floor with a capacity of 80 litres, and is remarkably old.



Picture 8- 3th floor electric heater, source prepared by the autor.

Real Definitive	Efficiency Boiler	
	Heather thermal Efec.	Capacity (l)
loft 2 bany 2	0,92	80
loft 3 bany 3	0,71	80
zones comuns		
P. B.	0,79	15
P.1 Coworking P.1 Estudi Gr. P.1 Office P.1 Oficina	0,71	80

Table 12- Electric heater efficiency, source prepared by the autor.

The values used in table 6 for the thermal efficiency of hot water heaters are those that come by default in the most negative extreme. By default the value 0.71 is used, but knowing that the deposit on the ground floor is only one year old and has very little use, I gave it a value of 0.79. The second floor has all new equipment and has therefore a value of 0.92.

Methodology for data collection on the second floor

In order to separate more realistically the consumption to specific destinations, I have performed an energy audit of all the energy consuming appliances on the second floor.

The measurements of the devices were carried out with the appliance OWL model USB CM 160. This device is a meter with an amp-metric clamp that adds up the amps consumed and transforms them into kWh. The results can be displayed in a graph from the same software or exported to Excel.



Picture 9- Electricity metering, font TheOwl.com

Before starting to take measures it is advisable to understand how these consumer devices work, whether they differ and can be used in other ways. The main differences are given by their type of use, divided into two groups: those that work part time and those with cycles.

The equipments that work part time are those that have a constant and continuous consumption while being used. Those following cycles begin a scheduled function, duration and previously established programs, and then stop functioning. Equipments that work part time include computers, lamps, a TV... Those equipments that follow cycles could be a washing machine, dishwasher or even an electric heater. It is possible, however, to assess this last device, the heater, both ways, and so it has been done. One can measure its continuous consumption derived from maintaining hot water as shown in table 7, where consumption peaks are seen within the 667 minutes that the measurement lasts, with an average consumption of 0.064 kW/h. However, in table 8, one can see the time taken to heat the volume of water used in a shower of about 50L; for approximately 46 minutes the heater is consuming 1.26 kW/h. This consumption determines the cycle of the shower.

For each electricity consuming device in the loft on the second floor I have created an information sheet with the following: information about the equipment, the methodology used, a consumption chart during the time of measurement, a summary table of consumption (lit and in standby) and the program introduced to OpenStudio. All files can be found in the annexes, in chapter II, equipments.

Electric consumption object:

ELECTRIC HEATER (standby)

Brand: THERMOR

Model: DURALIS (80l)

Energy Class:

Power Rating: 1800 W

Reference/code:

Link: <http://www.thermor.es/termos-electricos/termo-electrico-serie-premium-duralis>

Getting data by:

OWL + USB CM
160

Conditions:

1. Standby during 667 minutes

Consumption graph:

Time (min)	Power (W)
1	~25
316	~25
526	~25

Uses:

Consums reals <i>Kwh</i>	Hours / day	Days / week	
Turn ON	0.06484	24	7

Data gettings:

HOUR

Introduction data of 24 h. to OS

The screenshot shows a software interface for managing energy consumption. On the left, there is a sidebar with various settings and a list of devices. The main area displays a 24-hour power consumption graph with a single sharp peak. Below the graph, there are buttons for 'Block', '13 Minutes', and '1 Minute'. On the right, there is a calendar view showing the days of the week and the months of the year.

Table 13- Sample listing of electric heater on standby, source prepared by the autor.

Electric consumption object:

ELECTRIC HEATER (Turn on 50l)

Brand: THERMOR

Model: DURALIS (80l)

Energy Class:

Power Rating: 1800 W

Reference/code:

Link: <http://www.thermor.es/termos-electricos/termo-electrico-serie-premium-duralis>

Getting data by:

OWL + USB CM
160

Conditions:

1. Turn on: one service of 50l from minute 1 to minute 46.

Consumption graph:

Uses:

	Consums reals <i>Kwh</i>	Hours / day	Days / week
Turn ON	1.23	2 services	7

Data gettings:

SERVICE

Introduction data of 24 h. to OS

Table 14- Sample listing of electric heater on 50l. shower mode, source prepared by the autor.

All consumptions, apart from being listed in the annexes, have a calendar associated with use, also needed to properly measure the transfers of energy. Table 9 shows the consumption and time schedules of all the equipment on the second floor. Table 10 is on lighting on the same floor, also separated by spaces.

Equipment- Loft 2	Real Consumption an hour/service Kwh		Schedule							
	Standby	Working	Time table	S	M	T	W	TH	F	SA
Extractor Hood		0,177 h	45 min							
Oven	0,002	1,557 h	30 min							
Microwave	0,002	1,288 h	1 min							
Electric grill		2,315 h	20 min							
Plate induction	0,002	0,369 h	45 min							
Dishwasher		0,687 s	1 s/d							
Washing Machine		0,185 s	1 s/d							
Fridge		0,053 h	always on							
Electric Heater	0,065	1,230 s	no applied as equipment							
Toaster		0,549 h	3 min							
Kettle		0,025 s	1 s							
Tv 42"		0,166 h	2 hour							
Tv 32"		0,048 h	1 hour							
Tv 19"		0,032 h	20 min							
Computer	0,016	0,274 h	12 hour							
Equipment- Bany 2	Real Consumption an		Schedule							
	Standby	Working	Time table	S	M	T	W	TH	F	SA
Extractor		0,016	1,5 hour							
Secador		1,851	5 min							

Table 15- 2nd floor use equipments, source prepared by the autor.

Lights - Loft 2		Real Consumption an hour <i>Kwh</i>			Schedule							
Place	technology	Nominal power <i>W</i>	n°	Working 1 bulb <i>Kwh</i>	Time table	S	M	T	W	Th	F	SA
Halogen hall	Halogen	50	3	0,032	5 min							
Halo. Dinnig room/office	Halogen	50	6	0,032	30 min							
Halogen dressing room	Halogen	50	3	0,048	10 min							
Compact bedroom lamp	Compact Fluorescent	20	2	0,016	5 min							
Halo Dinning room 3 lamp	Halogen	70	3	0,075	15 min							
Kltchen Compact island	Compact Fluorescent	20	2	0,032	1 hour							
Kitchen Compact	Compact Fluorescent	11	3	0,016	1 hour							
terrassa pilar	led	7	1	0,000	Led bulb, not detected							
terrassa paret	Halogen	100	2	0,121	6 mounth / 1 hour							
Halogen Vial	Halogen	50	4	0,052	1 hour							
Ball lamp.	Halogen	70	1	0,049	6 mounth / 2 hour							
Pictures lamp.	Compact Fluorescent	100	2	0,081	6 mounth / 2 hour							
Living room lamp.	Compact Fluorescent	20	1	0,016	4 mounth / 3 hour							

Lights - Bany 2		Real Consumption an hour <i>Kwh</i>			Schedule							
Place	technology	Nominal power <i>W</i>	n°	Working 1 bulb <i>Kwh</i>	Time table	S	M	T	W	Th	F	SA
Baix Consum	Compact Fluorescent	20	4	0,016	1,5 hour							

Table 16- 2nd floor use lights, source prepared by the autor.

Entorn software

Els edificis residencials i comercials representen un sorprenent 40 per cent de l'ús d'energia en els Estats Units. No obstant això, el Departament de (DOE) del Laboratori Nacional d'Energies Renovables d'Energia dels Estats Units (NREL) ha desenvolupat un conjunt d'eines per a domar aquesta bèstia d'energia - i és lliure per a qualsevol persona que vulgui fer-lo servir.

S'ha acabat la tediosa i lenta tasca d'introduir manualment les dades de geometria de construcció. Ara els usuaris poden dibuixar ràpidament un dibuix en 3-D d'un edifici i executar una simulació ràpida durant la fase inicial de disseny per determinar si el seu disseny és eficient de l'energia. Prendre una radiografia virtual de l'ús d'energia d'un edifici en la fase conceptual ajuda als arquitectes dissenyar una estructura amb menys emissions de carboni, reduir les factures de serveis públics i un medi ambient més saludable.

A tot el món, els arquitectes i els enginyers estan adoptant OpenStudio, que va ser llançat a l'abril de 2008. Els usuaris poden descarregar el programari de forma gratuïta i veure el fàcil que és per millorar el consum d'energia d'un edifici.

Open Studio és un software multi plataforma que incorpora una col·lecció d'eines d'ajuda a la incorporació de dades a EnergyPlus i Radiance. OpenStudio és un software de codi obert, establert així per poder ser desenvolupat per tota la comunitat.

El programa fa servir la geometria de l'edifici, construint sobre, càrregues d'endoll, la gent i la llum del dia, juntament amb molts altres entrades. Afegeix totes les dades en un gran motor massiu i crea resultats. Professionals de la indústria trobaran que OpenStudio els ajudarà de forma ràpida i analitzar fàcilment l'ús d'energia en els seus edificis.

Les aplicacions que componen OpenStudio són Google Sketchup plug-in, RunManager i ResultsViewer. EL plug-in és una extensió del popular modelador 3D de google Sketchup. El que fa aquest plug-in és de pont d'unió entre EnergyPlus i Sketchup, fent possible que les geometries introduïdes es guardin vectorialment a Energyplus. L'entorn permet a demés la incorporació de dades de Google Earth, Building Maker i Foto Match.

RunManager gestiona simulacions i els fluxos de treball, permetent crear llistes d'escenaris a calcular. Proporciona als usuaris l'accés als registres de sortida dels arxius de resultats.

ResultViewer és un visor de resultats on pot escollir el gràfica i veure'l amb detall, comparant-lo amb d'altres.

Actualment OpenStudio acaba de treure la seva versió 1.5. És de codi obert, creat amb C++, Ruby i C#.

Està creat amb la col·laboració de NREL, ANL, LBNL, ORNL i PHNL, per donar sortida a la limitació en la que es trobava EnergyPlus el fet que els altres software per introduir dades fossin de pagament.

El triangle del funcionament dels softwares implicats es pot definir com...



El motor de càlcul és EnergyPlus, eina creada per U.S. Department of Energy. Actualment és el millor motor de càlcul que existeix en simulacions energètiques. Tal és el seu potencial que és la única eina accepta per a dur a terme certificacions de la talla de LEED, PASSIVE HOUSE, BREEAM

La clau té a veure amb l'accessibilitat, de manera que la idea de fer el estalvi d'energia cada vegada més accessible i eliminant l'excusa per no fer-la.

Per als usuaris, "el nostre objectiu en NREL és ajudar a les persones a dissenyar edificis que siguin més eficients perquè fem servir menys energia", Brackney (creador del software).

The software

Residential and commercial buildings account for a staggering 40 percent of energy use in the United States. However, the U.S. Department of Energy's (DOE) National Renewable Energy Laboratory (NREL) is developing a suite of tools to tame this energy beast — and it is free to anyone who wants to use it.

Gone is the tedious and time-consuming task of manually entering building geometry data. Now users can quickly sketch a computerized 3-D drawing of a building and run a fast simulation during the early design phase to determine if their design is energy efficient. Taking a virtual X-ray of a building's energy use in the conceptual phase helps architects design a structure with fewer carbon emissions, lower utility bills and a healthier environment.

Around the globe, architects and engineers are embracing OpenStudio, which was launched in April 2008. Users can download the software for free and see how easy it is to improve a building's energy.

Open Studio is a multi-platform software which includes a collection of aid tools which help incorporate data into EnergyPlus and Radiance. It is an open source software to be used by the entire community

The software handles the building geometry, building envelope, plug loads, people and daylighting, along with many other inputs. It adds all of that data into one big massive engine and spits out results. Industry professionals will find that OpenStudio will help them quickly and easily analyze the energy use in their buildings.

Applications which make up OpenStudio are Google Sketchup plug-in, RunManager and ResultsViewer. The plug-in is an extension of the popular 3D modelator from Google SketchUp. What makes this plug-in is the bonding between EnergyPlus and Sketchup, so that geometries introduced can be vectorially saved in EnergyPlus. The environment also allows the incorporation of data from Google Earth, Building Maker and Photo Match.

RunManager manages simulations and work flows, allowing one to create lists of scenarios to be calculated. It provides users with access to records of the resulting output files.

ResultViewer is a results viewer where one can choose the graphics, see them in detail and compare them with others.

OpenStudio has currently just released the 1.5 version. It is open source and created with C ++, Ruby and C #.

It has been created in collaboration with NREL, ANL, LBNL, ORNL and PHNL as an alternative to the limitations of EnergyPlus, since other similar software have a charge.

The triangle of the software operations involved can be defined as ...



The calculating body is EnergyPlus, a tool created by the US Department of Energy. Today it is the best calculation device that exists in energy simulations. Such is its potential that it is the only tool accepted to carry out certifications from the likes of LEED, Passive House and BREEAM

The key is all about accessibility, making the notion of doing energy modeling more and more accessible and eliminating the excuse for not doing energy modeling.

For users, "our goal at NREL is to help people design buildings that are more efficient so that we use less energy," Brackney (software author).

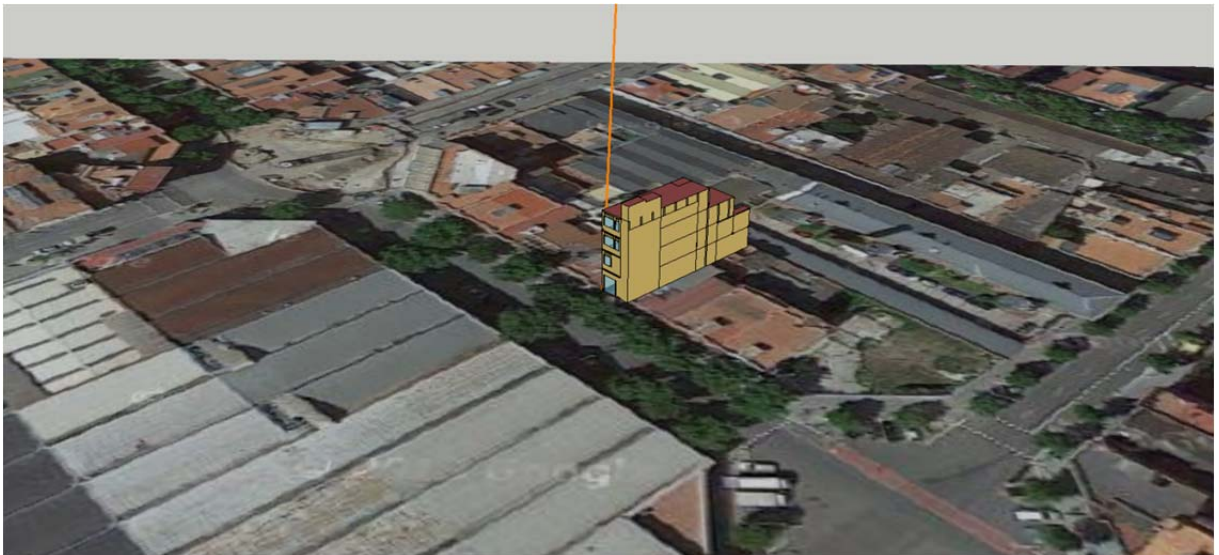
Volums amb Sketchup

El primer pas a dur a terme és la introducció dels espais a estudiar.

L'entrada de dades comença amb Sketchup. El primer pas és establir la ubicació amb una geolocalització, dada que se'ns mantindrà a OS i E+, a no ser que modifiquem l'arxiu climàtic amb la seva ubicació. Aquesta geolocalització ens permetrà a més d'ubicar, orientar el nostre edifici i tindrem un patró on crear els edificis del voltant, obtenint així un mapa d'ombres exhaustiu.



Imatge 10- Geolocalització amb Sketchup, font E.P.



Imatge 11- Edifici ubicat i orientat, font E.P.



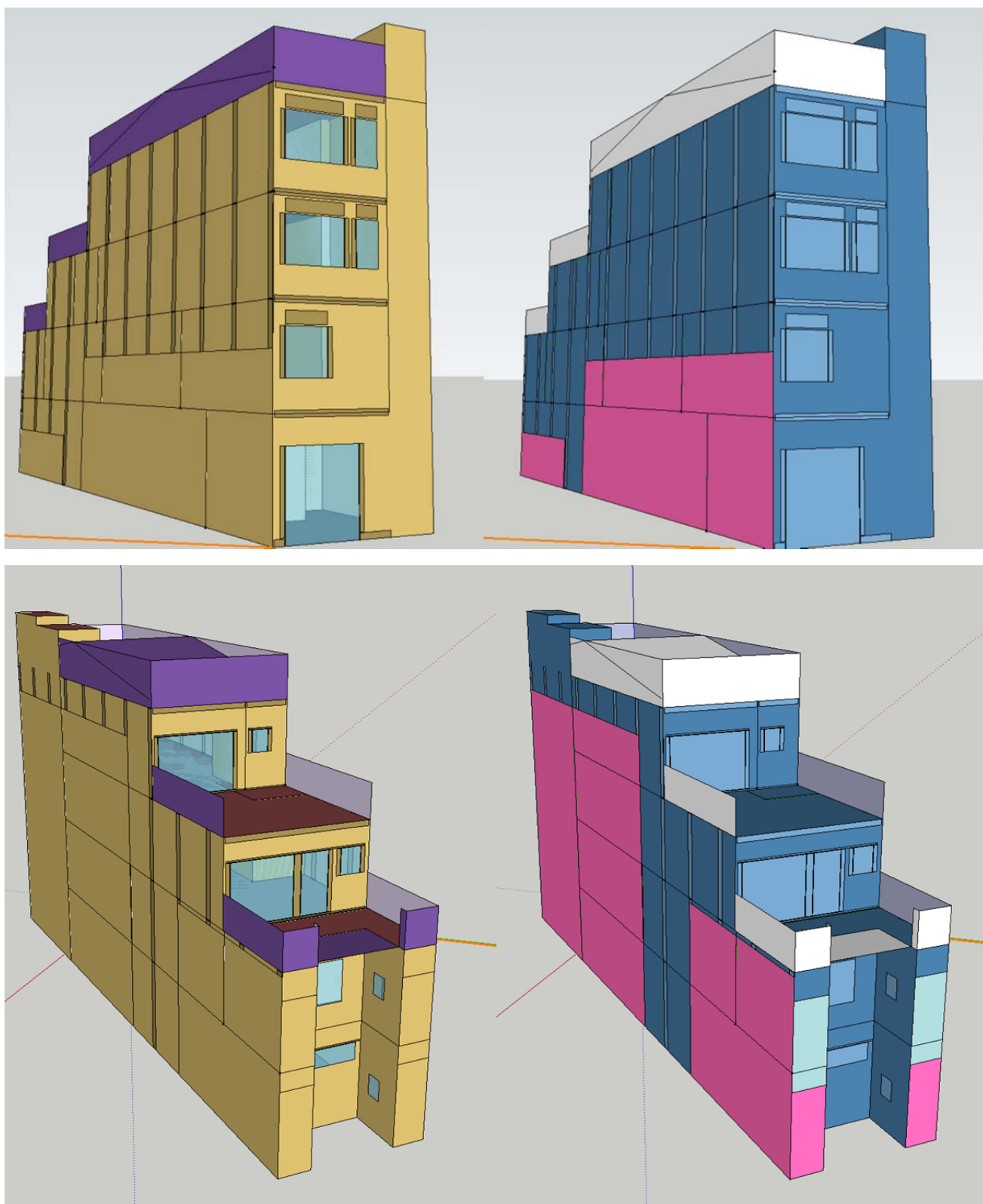
Imatge 12- Edificis del voltant, font E.P.



Imatge 13- Imatges de les ombres generades pels edificis del voltant, font E.P.

Dins d'aquest mateix entorn es defineixen tant els diferents espais a estudiar com les superfícies d'aquest, podent diferenciar entre tancaments, obertures i ponts tèrmics i si estan o no amb contacte amb la intempèrie.

En la imatge 13 es poden diferenciar bé les finestres dels tancaments, els ponts tèrmics en façana es mostren de color més fosc, com els cantells de forjat, les pilastres i les caixes de persiana. Als laterals de l'edifici, degut a que tot els tancaments són mitjaners i tenen envans pluvials, he remarcat les pilastres ja que aquests es comporten com un pont tèrmic.



Imatge 14- Imatge esquerra, espai definit per construction, imatge dreta, espai definit per Outside Boundary condition, font E.P.

En la imatge 13 es pot veure també l'aparença dels espais introduïts al projecte. Així com el mateix tancament seleccionat per tipus de construcció i per *Outside Boundary Condition*, on es reflexa quin tancament està en contacte amb l'exterior, representat de color blau i de color rosa les parts amb comportament adiabàtic, en contacte amb un altre edifici, sense exposició a la intempèrie.

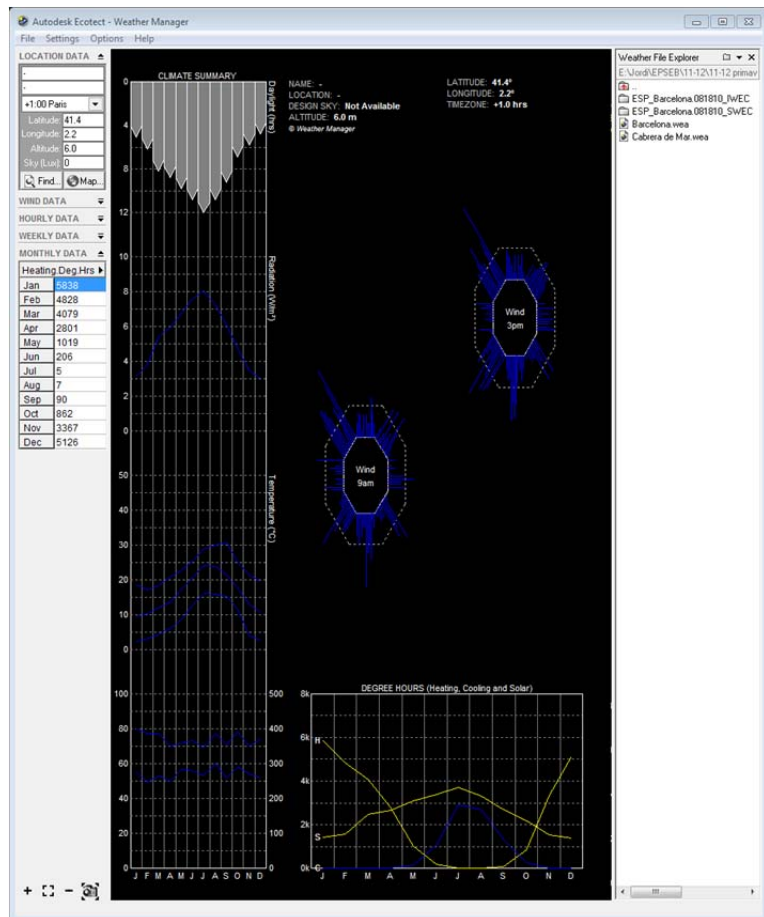
Entorn climàtic

Per poder tenir un estudi real de la demanda energètica del nostre edifici és convenient tenir un arxiu climàtic personalitzat d'acord amb les mesures preses de l'estació climatològica més propera. Recordar que és un software dels EEUU i que els arxius climàtics que funcionen en aquest entorn, els .epw, disten bastant de les dades reals trobades a la agència local.

Els arxius .epw de Barcelona, necessaris per ser utilitzats a OpenStudio i EnergyPlus, no incorporen paràmetres com el vent ni la pluja, fet que obliga a modificar-los, combinant-los entre les base .epw, .wea i detallant-los amb les dades de l'estació meteorològica més propera a l'espai a estudiar. Aquest procediment es duu a terme amb la eina Weather Manager de Autodesk Ecotect.

S'ha creat un arxiu personalitzat on s'incorpora al .epw, les dades de radiació solar i els vents del arxiu .wea. S'acaba detallant l'arxiu amb les dades trobades a la estació meteorològica del zoo de Barcelona, detallant les

dades de temperatures, humitats i quantitat de pluja. L'arxiu resultant s'ha anomenat PoblenuEPW, es disposa d'una copia per ser consultat al cd. El patró de dies .ddy no s'ha modificat, emprant el mateix de Barcelona.



Imatge 15- Autodesk Ecotect, Weather Manager, font E.P.

Entorn d' OpenStudio

És aquesta la plataforma principal del projecte. La introducció de dades en OpenStudio es dividirà pels subapartats que ja venen predefinits en el mateix software. Degut a l'amplia complexitat de configuració de l'entorn, s'explicarà només l'emprat en el projecte, evitant crear un manual d'ús de OpenStudio. L'exposat en el projecte és la metodologia que s'ha de seguir per introduir les dades correctament.

Site



Dins la primera pestanya es pot introduir tot el referent al lloc on es troba el edifici a estudiar. S'introdueixen el arxiu climàtic modificat i també el arxiu .ddy.

Site Weather File & Design Days Life Cycle Costs Utility Bills Utility Rates

Measure Tags (Optional):

ASHRAE Climate Zone CEC Climate Zone

Weather File

EPW File Path

files/PoblenouEPW.epw Browse

Download weather files at www.energyplus.gov

Design Days

DDY File Path Browse

Location

Name: -

Latitude: 41.4

Longitude: 2.2

Elevation: 6

Time Zone: 1

Number of Design Days: 7

Imatge 16- Entorn OpenStudio, Site, font E.P.

Schedules



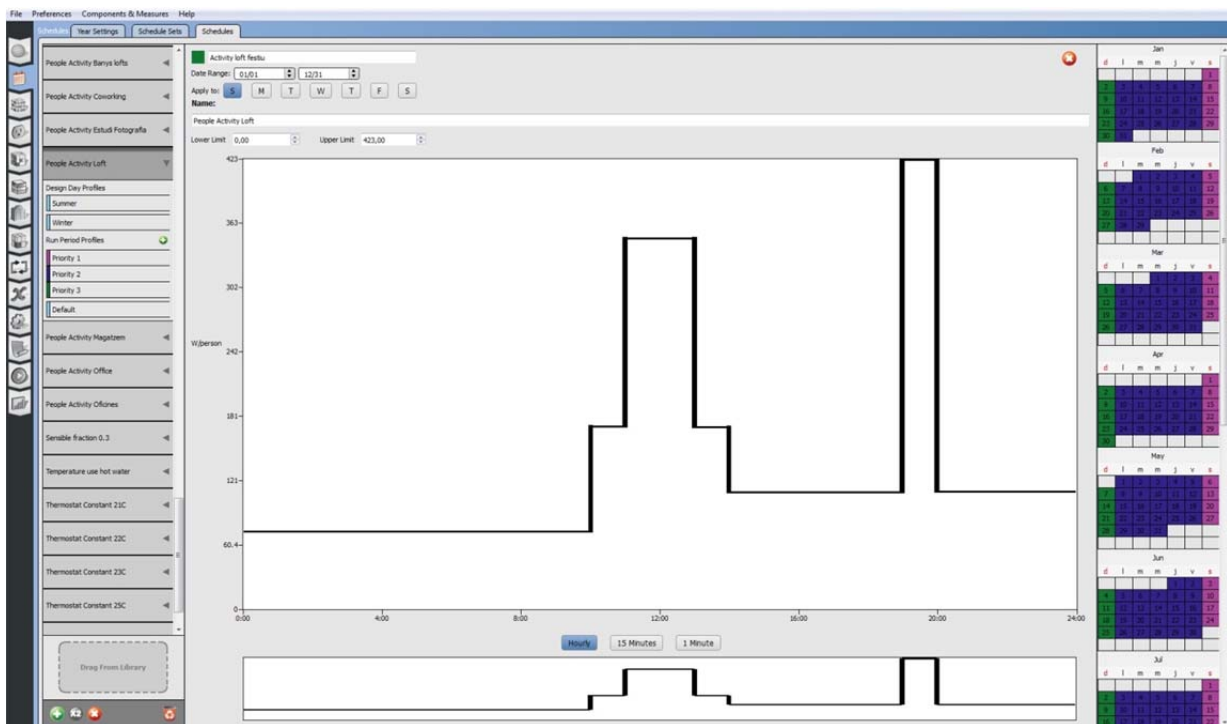
A la pestanya *Year Settings* es regula el calendari, on podem determinar el any de l'estudi. No tots els anys tenen el mateix nombre de festius. S'ha introduït per l'any 2014.

Daylight saving time serveix per configurar el horari d'estiu. Aquelles zones que canvien d'horari entre hivern i estiu tenen la opció d'adequar la exposició solar a la realitat.

OS fail- El problema es que no es genera correctament el arxíu .idf. És millor modificar aquest paràmetre des d'EnergyPlus, com veurem al punt *Entorn Energyplus* del mateix capítol.

A schedules és on s'introdueixen tots els horaris del sistema. S'han de detallar bé els usos de cada una perquè no serveixen per a tot. N'existeixen molts tipus diferents, de temperatures, humitats, activitat, ... i tants altres. Per exemple, un Schedule availability es adimensional i va de 0 a 1, on normalment 0 indica apagat i encès un valor diferent a 0. Els schedules per a termòstats, tenen una escala en temperatura (C).

Els Schedules han de tenir una duració mínima de 10 minuts, de ser menors no els computa. En casos d'usos inferiors a aquest temps es farà una adaptació, prolongant en el temps la durada i reduint la intensitat proporcionalment.

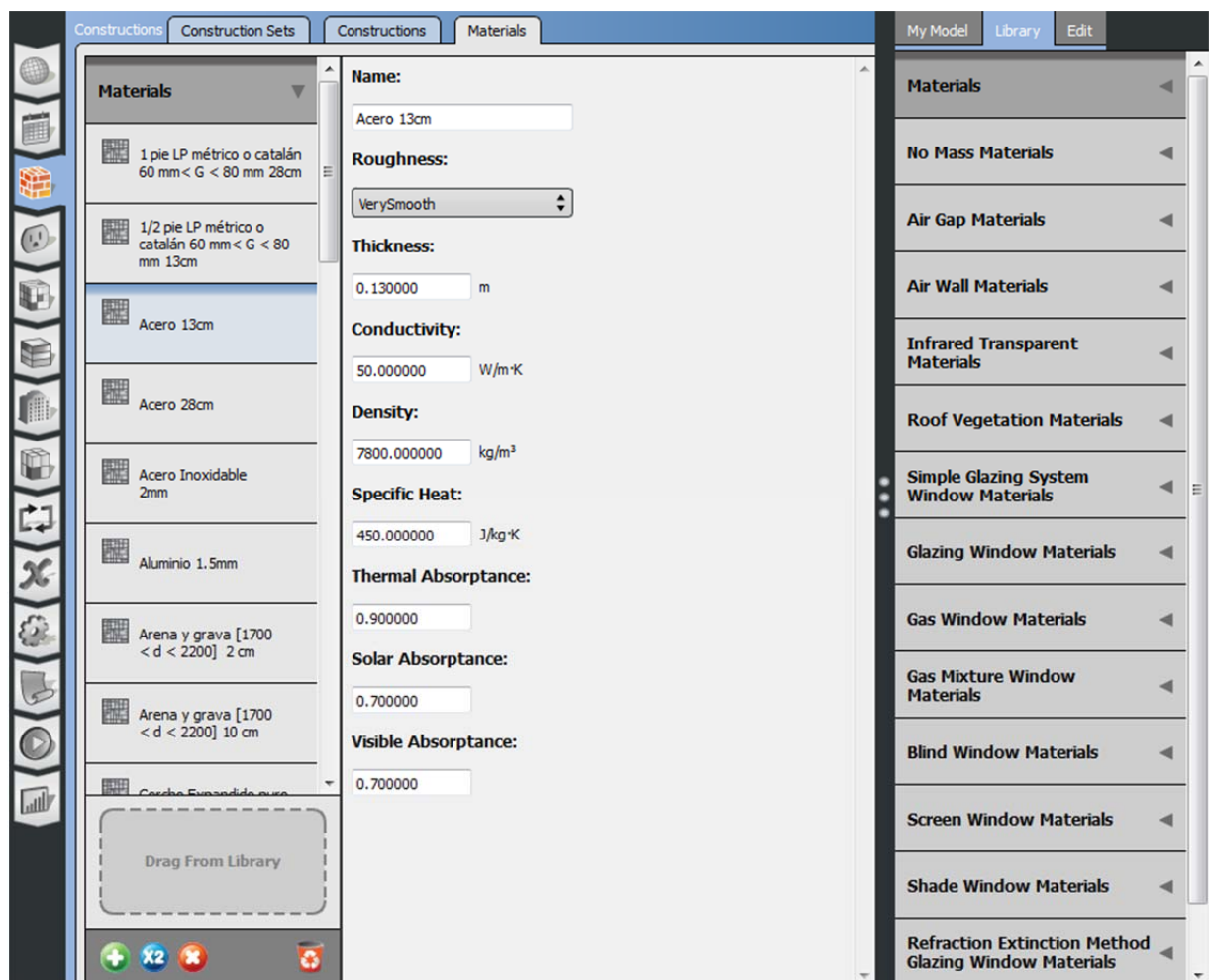


Imatge 17- Schedule People activity loft, escala W/person, amb calendari de dissabtes i diumenges diferents als laborals. Degut a la complexitat d'informació associada, per fer una revisió dels schedules emprats a l'estudi s'aconsella accedir als arxius .osm adjuntats al CD, font E.P.

Constructions



Tot el que es relatiu als sistemes constructius. Hi ha dos nivells, *materials*, on se'ls detallen les propietats, i *constructions*, on es detalla el conjunt de materials que conformen el sistema. Utilitza un mètode molt gràfic i deduïble, on, un cop detallades les propietats dels materials, en la següent pestanya, s'agrupen aquest materials per crear els sistemes.



Imatge 18- *Materials*, detall del material Acero de 13cm, font E.P.

Tots els *materials* emprats en el projecte estan separats per tipus. La catalogació d'aquest tipus ve definida des de EnergyPlus, diferenciant materials a materials per vidres, a materials gasosos...Els diferents tipus de materials emprats al projecte son:

Materials:

Name	Roughness	Thickness <i>m</i>	Conductivity y <i>w/m·K</i>	Density <i>Kg/m³</i>	Specific Heat <i>J/Kg·K</i>	Thermal Absorptance	Solar Absorptance	Visible Absorptance
1 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm 28cm	Rough	0,28	0,567	1020	1000	0,9	0,93	0,93
1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm 13cm	Rough	0,13	0,567	1020	1000	0,9	0,93	0,93
Acero 13cm	Very Smooth	0,13	50	7800	450	0,9	0,7	0,7
Acero 28cm	Very Smooth	0,28	50	7800	450	0,9	0,7	0,7
Acero Inoxidable 2mm	Very Smooth	0,002	17	7900	460	0,9	0,7	0,7
Aluminio 1.5mm	Smooth	0,0015	230	2700	880	0,9	0,7	0,7
Arena y grava [1700 < d < 2200] 2 cm	Rough	0,02	2	1450	1050	0,9	0,93	0,93
Arena y grava [1700 < d < 2200] 10 cm	Rough	0,1	2	1450	1050	0,9	0,93	0,93
Corcho Expandido puro 100 < d < 150 32mm	Medium Rough	0,032	0,049	125	1560	0,9	0,7	0,7
Enlucido de yeso d < 1000 15mm	Rough	0,015	0,4	900	1000	0,9	0,93	0,93
FU Entrevigado de hormigón -Canto 250mm	Rough	0,25	1,323	1330	1000	0,9	0,93	0,93
Lamina Impermeable Asfalto	Smooth	0,01	0,7	2100	1000	0,9	0,7	0,7
Madera 10mm	Rough	0,01	0,29	900	1600	0,9	0,93	0,93
Madera 23mm	Rough	0,023	0,29	900	1600	0,9	0,93	0,93
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 < d < 1800 2cm	Rough	0,02	1	1525	1000	0,9	0,93	0,93
Placa de yeso laminado [PYL] 750< d<900 15mm	Rough	0,015	0,25	825	1000	0,9	0,93	0,93
Plaqueta o baldosa de gres 10mm	Rough	0,01	2,3	2500	1000	0,9	0,93	0,93
Poliestireno [PS]	Medium Rough	0,002	0,16	1050	1300	0,9	0,7	0,7
Revoco arena 750<d<1000 1.5cm	Rough	0,015	0,4	875	1000	0,9	0,93	0,93
Tabique de LH sencillo 4cm<G<6cm 5cm	Rough	0,05	0,445	1000	1000	0,9	0,93	0,93
Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60 mm] 5cm	Rough	0,05	0,445	1000	1000	0,9	0,93	0,93
Teja de arcilla cocida 15 mm	Rough	0,015	1	2000	800	0,9	0,93	0,93
Cloruro de polivinilo (PVC)	Rough	0,006	0,17	1390	900	0,9	0,93	0,93
EPS 5 cm	Smooth	0,05	0,037	30	1000	0,9	0,7	0,7
Plaqueta o baldosa de gres de 40 mm	Rough	0,04	2,3	2500	1000	0,9	0,93	0,93
URSA XPS Nw d 80mm	Rough	0,08	0,034	30	800	0,9	0,93	0,93
Lana mineral insuflada 5cm	Medium Smooth	0,05	0,034	50	800	0,9	0,7	0,7

Taula 17- Propietats del materials, font E.P.

Glazing Window Materials:

Name	Optical Data Type	Thickness <i>m</i>	Solar Transmittance At Normal Incidence	Front Side Solar Reflectance At Normal Incidence	Back Side Solar Reflectance At Normal Incidence	Visible Transmittance At Normal Incidence	Front Side Visible Reflectance At Normal Incidence
Vidrio Corriente 4mm	SpectralAverage	0,004	0,837	0,075	0,075	0,898	0,081
Vidrio Corriente 6mm	SpectralAverage	0,006	0,775	0,071	0,071	0,881	0,08
Vidrio BE 4mm	SpectralAverage	0,004	0,894	0,079	0,079	0,911	0,082
Vidrio BE 6mm	SpectralAverage	0,006	0,6	0,17	0,22	0,84	0,055
Name	Back Side Visible Reflectance At Normal Incidence	Infrared Transmittance At Normal Incidence	Front Side Infrared Hemispherical Emissivity	Back Side Infrared Hemispherical Emissivity	Conductivity <i>W/m·K</i>	Dirt Correction Factor For Solar And Visible Transmittance	Solar Diffusing
Vidrio Corriente 4mm	0,081	0	0,84	0,84	0,9	1	off
Vidrio Corriente 6mm	0,08	0	0,84	0,84	0,9	1	off
Vidrio BE 4mm	0,082	0	0,84	0,84	0,9	1	off
Vidrio BE 6mm	0,078	0	0,84	0,1	0,9	1	off

Taula 12- Propietats Glazing window materials, font E.P.

Air gap materials:

Name	Thermal Resistance
Camara de aire en paredes sin ventilar 10 cm	0,19
Camara de aire en paredes sin ventilar 5 cm	0,18
Camara de aire en techos 30cm	0,09
Camara de aire persiana	0,08
Camara de aire puerta 30mm	0,8

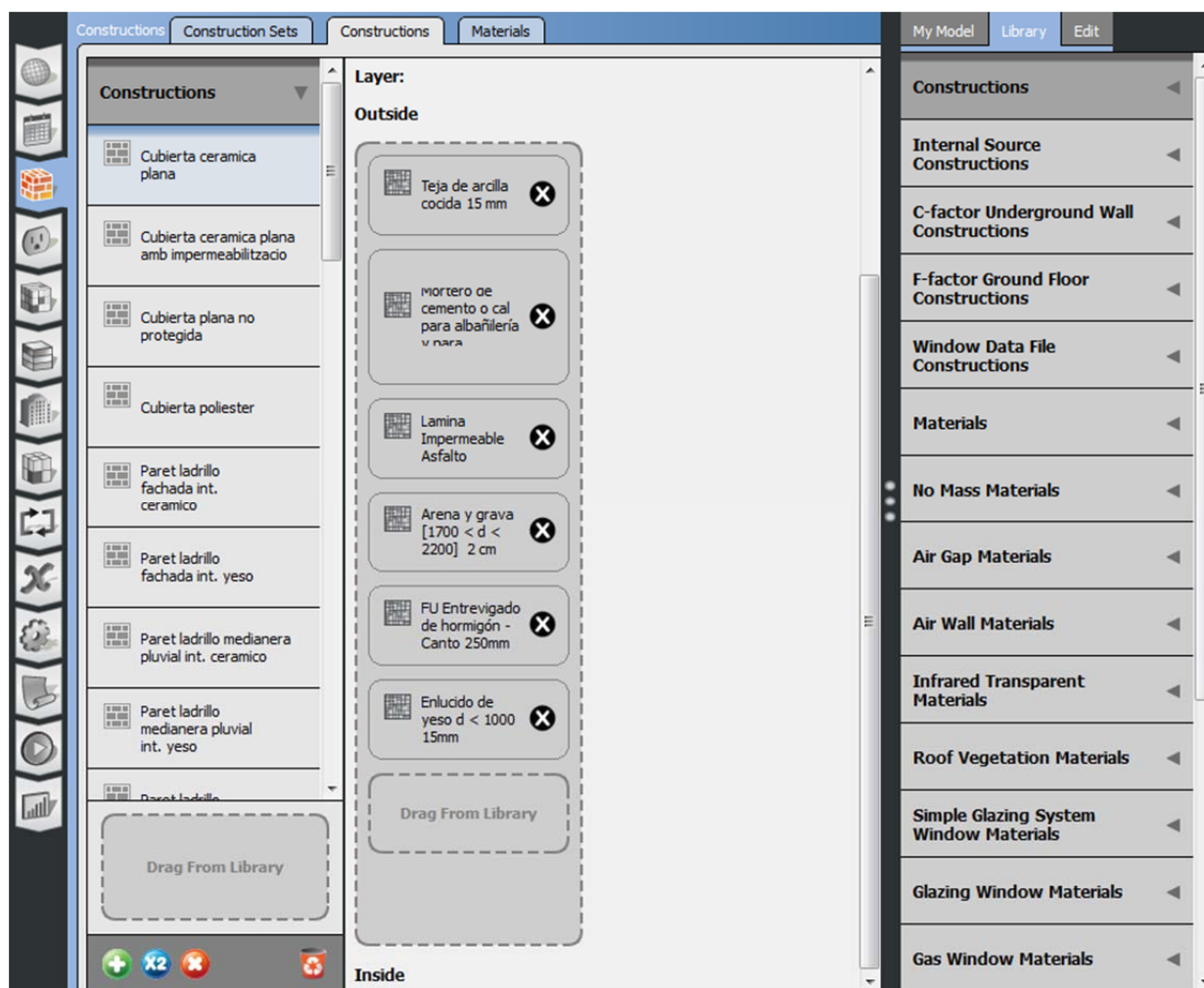
Taula 13- Propietats *air gap materials*, font E.P.

Gas Window Materials:

Name	Gas Type	Thickness <i>m</i>
Air 13mm	Air	0,0127
Air 6mm	Air	0,0063

Taula 14- Propietats *Gas window materials*, font E.P.

Les *constructions* estan conformades per les capes de materials, el mètode d'ordenar-los sempre és de fora cap a dins, de la capa exterior a la interior. En la imatge 19 es pot veure com queden introduïts els materials, ordenats per capes, de fora a dins, en cadascuna de les constructions.

Imatge 19- *Constructions*, detall de la metodologia d'introducció de les capes i l'ordre de la coberta plana amb acabat ceràmic, font E.P.

A la taula 15 es pot veure el detall d'alguns sistemes constructius emprats en el projecte. S'aprecia com coincideixen les capes entrades al sistema amb les detallades al punt Informació de l'edifici del capítol I. Si es desitja es poden consultar totes les dades relatives a les construccions entrades al sistema, a annexes, al capítol III, constructions.

		Tancament façana		Tancament mitjanera		
name		Paret ladrillo fachada int. Cerámico	Paret ladrillo fachada int. yeso	Paret ladrillo medianera pluvial int. ceramico	Paret ladrillo medianera pluvial int. yeso	Paret ladrillo medianera sin pluvial
layer	outside	Revoco arena 750<d<1000 1.5cm	Revoco arena 750<d<1000 1.5cm	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 mm 13cm	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 mm 13cm	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 mm 13cm
		1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 mm 13cm	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 mm 13cm	Camara de aire en paredes sin ventilar 5 cm	Camara de aire en paredes sin ventilar 5 cm	Enlucido de yeso d < 1000 15mm
		Camara de aire en paredes sin ventilar 5 cm	Camara de aire en paredes sin ventilar 5 cm	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 mm 13cm	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 mm 13cm	
		1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 mm 13cm	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 mm 13cm	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 < d < 1800 2cm	Enlucido de yeso d < 1000 15mm	
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 < d < 1800 2cm	Enlucido de yeso d < 1000 15mm	Plaqueta o baldosa de gres 10mm		
	inside	Plaqueta o baldosa de gres 10mm				

Taula 15- *Constructions*, detalls de tots els sistemes constructius i els seu ordre, font E.P.

Loads



En aquesta pestanya es defineixen tots els perfils de guanys interns que aporten energia als espais. No és una adjudicació directa de consums a un espai, és una creació de perfil que després, a *Space types*, s'haurà d'incorporar als espais que tinguin aquell consum predefinit. La majoria de perfils es poden definir tant per una potència total, com per un rati potència per superfície com per un rati potència per persona. S'han creat uns perfil fixes de potencia total. Els perfils són:

People definition: *People defecto usuario*, creat com a 1 persona, amb el perfil que ve per defecte, una fracció radiant de 0.3 i sensible de *autocalculate*, el “carbon dioxide generation rate” és de 0.000038 L/s·W, també per defecte.

Lights definitions: Degut a la varietat de bombetes presents a l'edifici s'ha creat un perfil per cada tipus de tecnologia present. En aquest perfil es pot definir tant la potència com la fracció radiant i sensible. Tota la informació està extreta dels apunts del DAC d'il·luminació. La potència, per facilitat de introducció de dades s'ha emprat sempre el mateix paràmetre, 1000 W.

Descarrega 1Kw, Fraction Radiant = 0.75 i Fraction Visible = 0.25

Incandescent 1Kw, Fraction Radiant = 0.92 i Fraction Visible = 0.08

Incandescent halogenurs 1Kw, Fraction Radiant = 0.8 i Fraction Visible = 0.2

Incandescent halogenurs exterior 1Kw, Fraction Radiant = 0.0 i Fraction Visible = 0.2. Aquest perfil ha estat creat per lluminàries d'exterior que computen com a consum elèctric però que no desprenen cap tipus de calor a l'espai.

Semiconductors 1Kw, Fraction Radiant = 0.00 i Fraction Visible = 0.3

Electric equipments: Funciona igual que les llums. Equips consumidors múltiples de 1000W, on només es defineix el calor latent i sensible.

Electric equipment 1Kw, Fraction Latent = 0.0 i Fraction Radiant = 0.3

Electric equipment exterior 1Kw, Fraction Latent = 0.0 i Fraction Radiant = 0.0

Water use Equipments definitions: Aquests perfils serveixen per a definir la quantitat de calor que desprèn a l'aire, l'ús d'un flux d'aigua calenta. Ja que no són valors sempre continus, com per exemple la temperatura de l'aigua calenta de la dutxa pot variar entre hivern i estiu, s'incorpora les dades a través de schedules.

En aquest s'ha predefinit dos perfils d'us que només es diferencien en el caudal màxim. Tots dos tenen una temperatura de 39°C, un “sensible fraction schedule” de 0.3 i un “latent fraction schedule” de 0.7, el que equival a un calor radiant de 0.3 i latent de 0.7. Aquests valors s'han aconseguit mitjançant el valor del escalfador de tovalloles de la taula dels apunts del DAC d'energia, relacionant els seus 349 w de calor radiant i 873 w de latent, dóna una relació unitària de 0.3 / 0.7.

Shower, té un caudal màxim de $0.00018 \text{ m}^3/\text{s} = 0.18 \text{ l/s}$

Toilet, aplicat per les aixetes té un caudal màxim de $0.000063 \text{ m}^3/\text{s} = 0.063 \text{ l/s}$

Space type



Aquí és on es detallen tots els “loads” de cada espai. A l'esquerra tenim els diferents espais en columna, desplegant cada un es poden veure les configuracions possibles d'aquest. Paràmetres de ventilació a la part superior i tot el seguit de guanys interns a la part inferior. A la imatge 18 es pot veure un exemple el de l'espai coworking. En aquesta imatge es pot veure com hi ha assignat un schedule a Design Specification Outdoor Air, hi ha un perfil de Space infiltration Design flow rates i en la zona inferior estan els internal loads. Dins dels loads de l'espai hi ha un perfil d'activitat de persones amb un multiplicador de 4, el que implica que són 4 persones en una activitat i quantitat d'ús detallats en els schedules que l'acompanyen. Existeix també al espai un perfil lumínic de 0.3 Kw i un perfil de equipament elèctric de 0.26 Kw. La resta d'imatges dels altres espais es poden trobar als annexes al capítol III, Spaces types.

Space Types

Name: Space Type P.1 Coworking

Measure Tags (Optional):

Standards Building Type: [Dropdown]

Standards Space Type: [Dropdown]

Default Construction Set: [Drag From Library]

Default Schedule Set: [Drag From Library]

Rendering Color: [Select Color]

Design Specification Outdoor Air: [Design Specification Outdoor Air]

Space Infiltration Design Flow Rates: [Drag From Library]

Space Infiltration Effective Leakage Areas: [Drag From Library]

Internal Loads:

- Name:** People Activity Coworking
- Multiplier:** 4.000000
- Definition:** People defecto usuari
- Schedule:** Always On
- Activity Schedule:** People Activity Coworking

- Name:** Lig. Halo. coworking
- Multiplier:** 0.300000
- Definition:** Incandescent Halogenurs 1 Kw
- Schedule:** Lig. coworking

- Name:** Electric Equipment coworking
- Multiplier:** 0.260000
- Definition:** Electric equipment 1Kw
- Schedule:** Elec. Equip. coworking

Imatge 20- Space type, P.1 coworking, font E.P.

Design Specification Outdoor Air

En base al curs d'en Josep Solé Bonet s'ha optat per utilitzar el mateix emprat per ell com a Design Specification Outdoor Air. El paràmetre d'infiltració (Space Infiltration Design Flow Rates) pot reflexar des de les infiltracions d'aire per dèficit d'estanqueïtat dels tancaments com, en un regim més alt, les ventilacions.

En els escenaris d'en Josep Solé Bonet, el paràmetre d'infiltració i ventilació, Space infiltration Design flow rates, sempre té els valors iguals, 5 Air changes per hour per espais residencials, 3 Ach per espais industrials i 1 Ach per espais no habitats. Ach és una dada que mesura la quantitat de vegades que es renova la totalitat del volum d'aire de l'espai. Això implica que a un menor espai, menor és el caudal d'aire, i a major espai, major caudal d'aire. Sembla estrany que uns espais en línia dins d'una mateixa planta puguin tenir diferència de caudal de ventilació. No es pot concebre que per l'espai Estudi de gravació, que es troba entre els espais coworking i Office, tingui un rati de ventilació major, sent els dos segons els únics que tenen obertures. Opto per fer un canvi de base emprant com a mesura un caudal en m^3/s per cada planta enlloc de Ach.

Baseline model	Area (m^2)	Volume (m^3)	Ach actual	m^3/s actuals resultant	Ventilació màxima amb finestres obertes = 0,468 m^3/s , parametre Ach major
P.1 Coworking	25,13	82,18	3	0,068	20,50
P.1 Estudi gravacio	45,65	165,48	3	0,138	10,18
P.1 Oficines	44,72	146,22	3	0,122	11,52
P.1. Office	14,62	47,81	3	0,040	35,24
P.2 Bany	7,05	22	5	0,031	76,58
P.2 Loft	108,01	336,98	5	0,468	5,00
P.3 Bany	4,97	16,38	5	0,023	102,86
P.3 Loft	77,91	256,38	5	0,356	6,57
P.B.	112,73	411,45	3	0,343	4,09
Zones comuns	28,83	241,15	1	0,067	6,99

Taula 16- Valors d'adequació de Ach a m^3/s , font E.P.

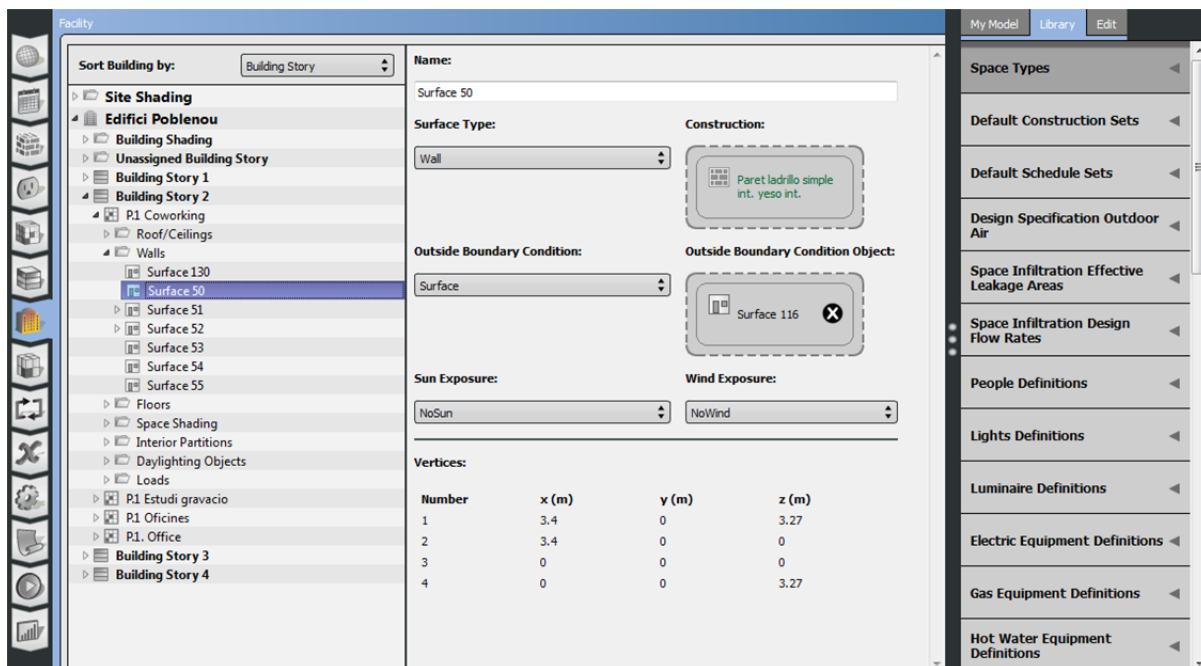
És degut a aquestes peculiaritats que s'opta per computar la ventilació en funció a la superfície de cada espai, de forma que tingui sempre un caudal d'aire

continuat entre espais de un mateix pis. Com es pot veure en la taula 16 el valor de ventilació més alt que trobem l'edifici és de $0.468 \text{ m}^3/\text{s}$. S'agafa aquest valor com a mesura de ventilació de tots els espais trobant un nou valor Ach per a cada espai que uniformitza el caudal continu de ventilació. Aquests valors de ventilació s'han d'adaptar als schedules de ventilació aportats per la informació dels propietaris, que són les períodes de temps que tenen les finestres obertes per ventilar. Aquesta informació es pot trobar a *Ratis de ventilació*, al capítol: *Edifici, consumidor d'energia*.

Facility



En aquest apartat es defineix tota l'envolvent de l'edifici. Com es pot veure a la imatge 21, en el menú desplegable de l'esquerra apareixen els espais per plantes, i dins de cada espai les superfícies que el componen. Roof, walls i floors, dins de cadascun d'aquestes superfícies ens podem trobar subsuperfícies, que serien les finestres i els pontes tèrmics abans mostrats a la imatge 14.



Imatge 21- Facility, font E.P.

L'elecció de les construccions s'arrossega des de la columna desplegable de la dreta. En aquest mateix apartat es pot definir també si la superfície està en contacte amb una altra superfície o pel contrari està a la intempèrie. També si en aquesta intempèrie es troba en exposició del sol i del vent. Degut a la impossibilitat de poder

desplegar el conjunt total de tancaments de l'edifici per poder mostrar-lo, i aconseguir detallar on es troba cadascú d'ells en l'edifici. El més aconsellable és, en cas de voler ser revisat, obrir el arxiu .osm del cas a revisar amb Sketchup.

Thermal Zone

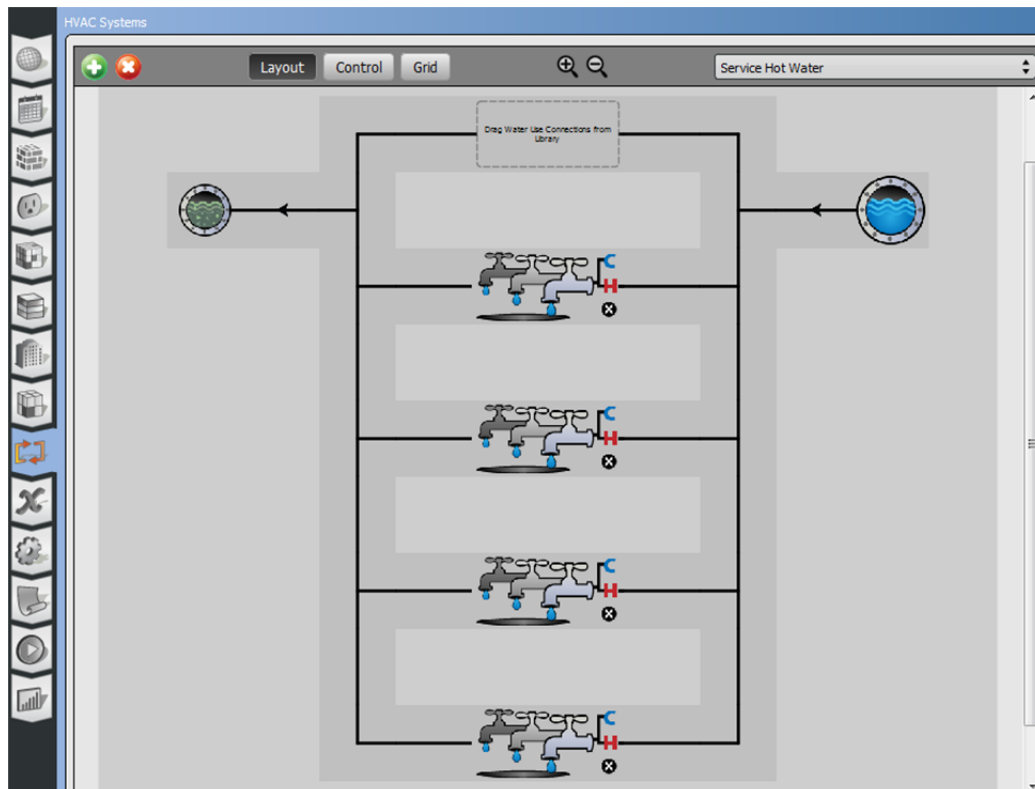
Un altre dels punts importants del software. Aquí introduïm totes les propietats dels equipaments climatitzadors i les seves propietats i condicions.

Imatge 22- Thermal Zone, coworking, font E.P.

Com es pot veure en la imatge 22 el sistema segueix els mateixos paràmetres de l'entorn de OS. A l'esquerra la columna desplegable amb els espais a definir, al centre les propietats de l'espai i a la dreta les opcions a escollir per a poder definir el espai. En aquest cas, com hem dit anteriorment tothom té un sistema d'aire condicionat amb bomba de calor. S'ha introduït un PTHP, *packaged terminal heat pump*, amb un termòstat de 22°C de temperatura per calefacció i 25°C per refrigeració. Si pitgem al damunt de l'aparell PTHP es desplega la pestanya de la dreta "edit", on podem detallar totes les propietats del sistema de climatització. Els valors de COP i EER es deixen els que venen per defecte, 5 per COP i 3 per EER. Degut de nou a la impossibilitat de mostrar tots els detalls dels equipaments en imatges, s'aconsella la consulta directa dels arxius .osm en cas de revisió.

HVAC Systems

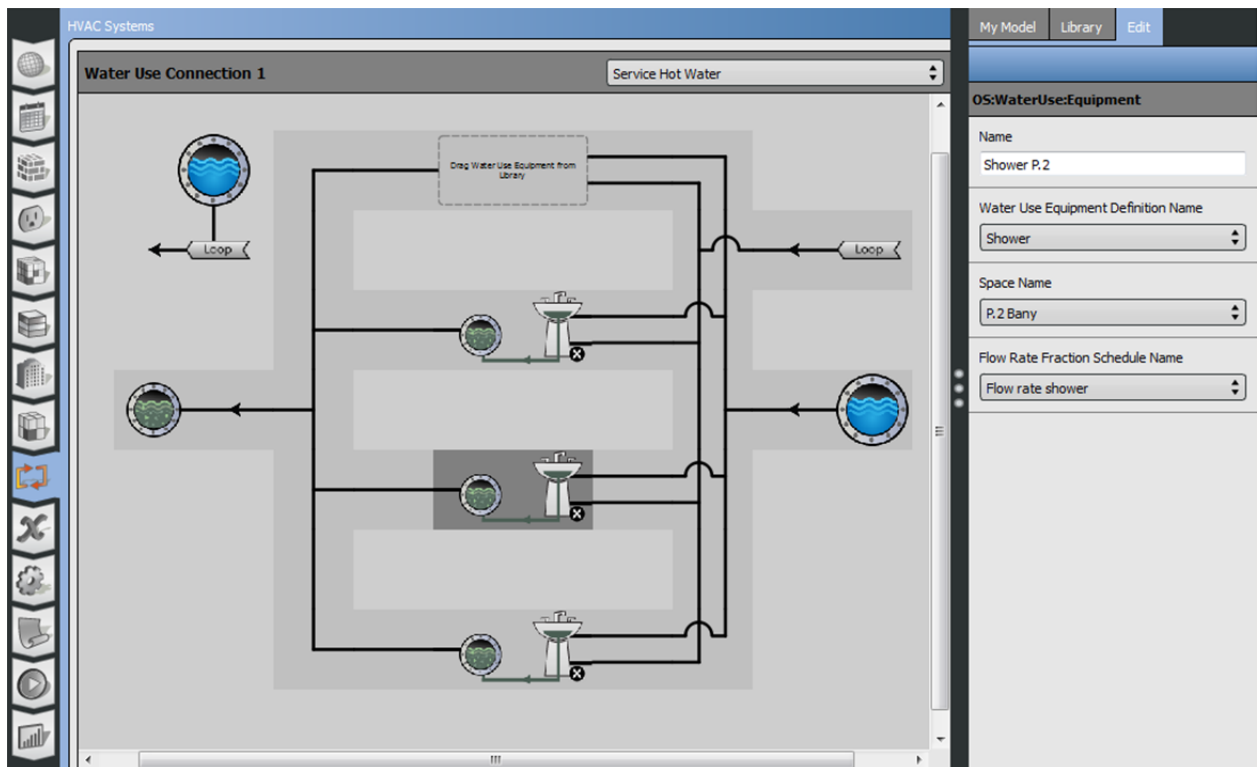
El seu nom en anglès és "*heating, ventilating, and air Conditioning*". En aquest entorn és on es dissenyen i defineixen tots els paràmetres de les instal·lacions. Es poden definir tant sistemes de climatització com sistemes d'aigua calenta, és a dir, tot allò que requereix d'un circuit. En el cas que s'exposa i com que els sistemes de climatització de l'edifici sencer són independents s'ha pogut definir a la pestanya anterior, així doncs aquí només s'introduirà, per ara, el circuit de aigua calenta.



Imatge 23- HVAC, Service hot water, font E.P.

Aquest circuit està definit com a la imatge 23, on es poden veure les diferents derivacions, una per a cada planta. En cada una d'aquestes derivacions es defineix els punts de servei de cada planta, com a la imatge 24. Per cada punt de servei s'ha que seleccionar:

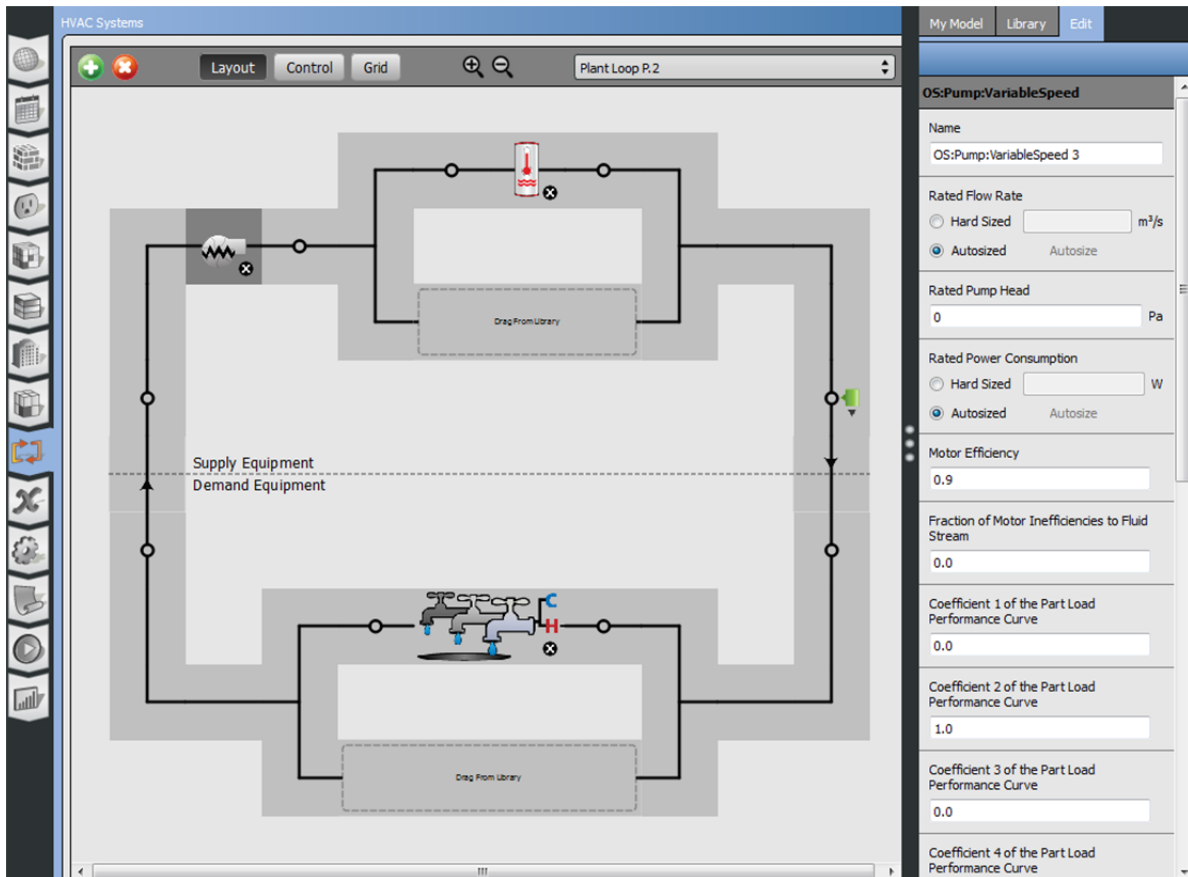
- *Water use equipment definition name*: quantitat de calor que genera el equipament, que vindrà definida pel perfil creat a *Load*
- *Space type*: espai al que va l'aportament de calor generat.
- *Flow rate Fraction Schedule Name*: caudal d'aigua.



Imatge 24- Disseny dels punts de consum de la segona planta, font E.P.

Tot aquest consum d'aigua calenta ha de tenir una font d'escalfor que doni la temperatura de l'aigua a 39°C. A l'exemple de la imatge 23 es pot veure el circuit consumidor d'aigua calenta de la segona planta, *Plant Loop P. 2*, on es pot veure, a la part superior del circuit, la zona que aporta la energia i a la part inferior, els equips consumidors. La zona de generació de calor té un escalfador elèctric d'aigua calenta, el termòstat i la bomba d'aigua. Si col·loquem el cursor damunt del dipòsit d'aigua calenta veurem les seves propietats, totes configurades segons l'obtenció de dades. El termòstat ha de tenir la mateixa temperatura que la del circuit, en cas de no ser així no funcionaran els càlculs, donarà fail. La introducció d'una bomba és un

requisit del software. En realitat el circuit de l'edifici no funciona amb bomba ni tan sols el interior del dipòsit en té, però per poder llançar els càlculs se n'ha de introduir una. Per aconseguir resultats reals i no computar aquest consum elèctric, se li assigna una potència de 0 Pa, com s'aprecia a la mateixa imatge 25.



Imatge 25- Definició de les característiques de la bomba, font E.P.

Run simulation

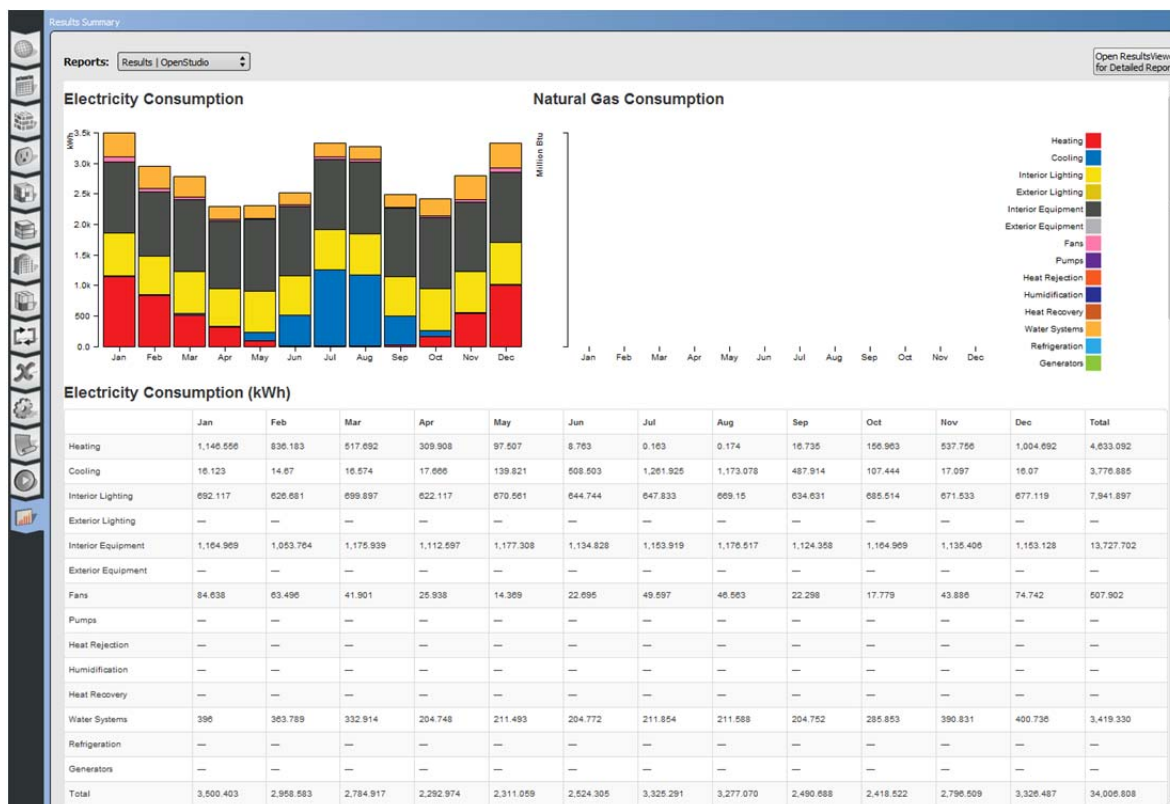


En aquest apartat és on es llancen els càlculs. Un cop començats ens informa del punt del càlcul en el què es troba. La progressió dels mateixos es mostra en pantalla, setmana a setmana, fins a concloure. D'haver-hi algun error es pot consultar els arxius a la pestanya *Tree*. *Tree* ens dirigeix a la successió de carpetes i subcarpetes que genera el software quan llença els càlculs. Carpetes on trobarem els arxius tant d'error com de resultats, així com estadístics.

Results summary



Un cop finalitzats els càlculs es poden visualitzar els resultats en aquesta pestanya. Es pot apreciar un detall del consum mensual per categories, amb gràfica, o si es desitja obrir un software de la mateixa família, “results viewer”, on podrem veure cadascun dels paràmetres configurats al detall.



Imatge 26- Results viewer, font E.P.

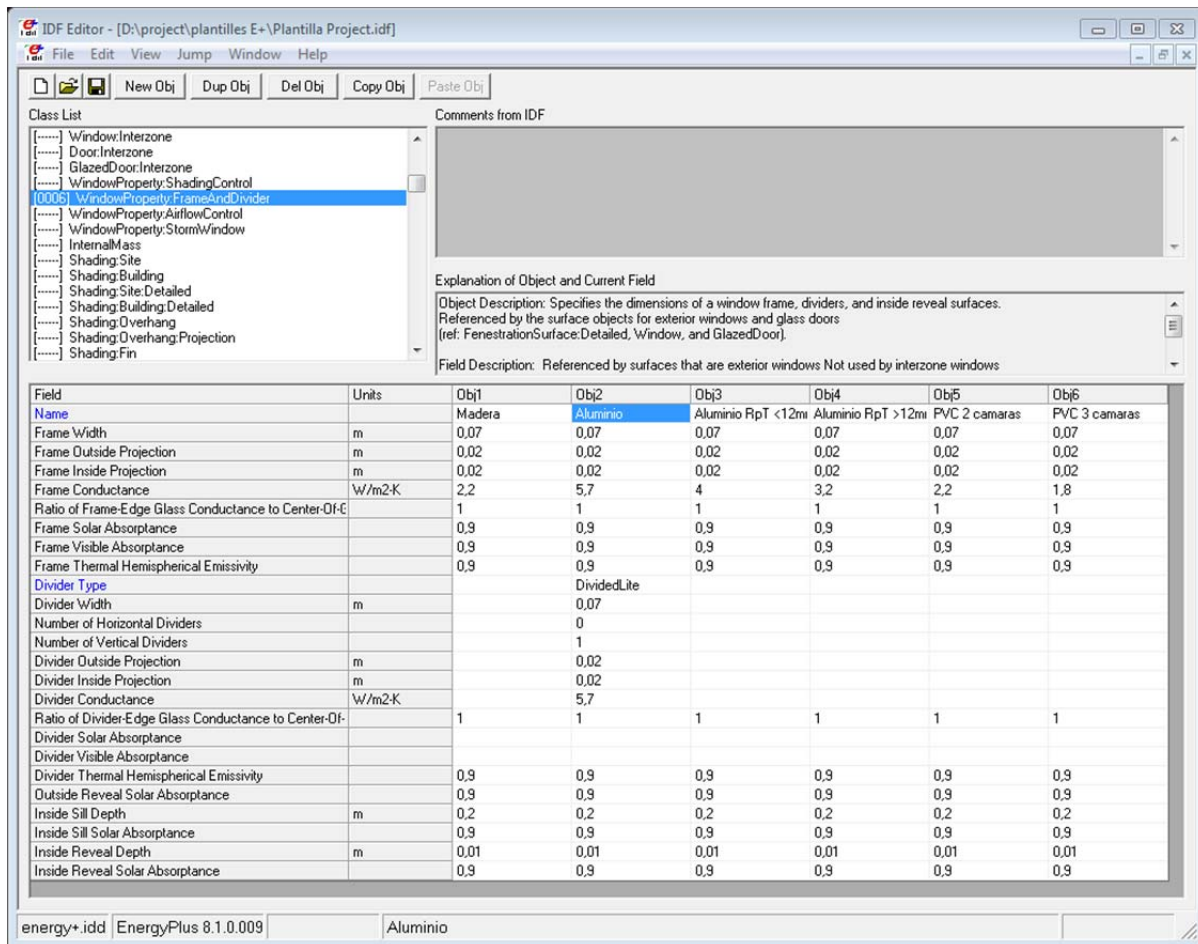
Entorn Energyplus

Degut a que és un software jove, que comença a obrir-se camp, encara no està del tot desenvolupat i mostra algunes mancances, algunes d'elles d'important rellevància com per ser omeses que s'expliquen a continuació. És degut a això que abans de donar per conclosa l'entrada de dades s'ha trobat necessari acabar de modificar els arxius des de dins d'Energyplus. Les modificacions aportades des de aquest entorn són:

- Simulation parameters – Timestep – Number of timesteps per hour: 6
- Locate and climate - Run period control daylight saving time – Com s'ha dit anteriorment en l'apartat *Schedules*, del capítol *L'edifici, consumidor d'energia*, la

introducció dels dies festius donava error. És per això que s'ha de fer des d'aquí, agafant el 4th Sunday in March i 4th Sunday in October per fer el canvi horari.

- Thermal zones and surfaces – Window property frame & dividir – Aquest és el factor que ha fet inclinar la balança per acabar retocant les dades des dels arxius .idf. Frame & dividir son les fusteries de les finestres. Com es veu en la imatge 25 s'ha introduït a la base de dades diversos perfils, utilitzant fidedignament l'emprat en la realitat: marcs de alumini sense ruptura de pont tèrmic.



Imatge 27- Entorn EnergyPlus, Window Property frame & dividir, font E.P.

- *Output reporting* – En aquest apartat es configuren paràmetres que serveixen per a tenir els resultats en una forma de visualització determinada.

Tots aquests canvis en EnergyPlus explicats s'han hagut de fer a cada supòsit de millora, tant com al model base, per tal d'introduir un paràmetre fusteries i donés les mateixes variables de resultats.

Capítol VI – VALORACIÓ DELS PRIMERS RESULTATS

Aconseguir que els valors que donava el software fossin considerat com a reals ha estat la part més llarga i dura del projecte. Han calgut moltes hores d'investigació, cerca d'informació i comparatives per poder esclarir el funcionament de la infinitat de probabilitats de configuració que presenta aquest entorn. Després de molt de temps, un cop entès com funciona la complexitat de càlcul emprat, s'ha pogut començar a estimar càlculs reals

Aproximació de resultats fins consums reals

Abans de poder fer aproximacions al consum final hem de saber quins són els consums reals durant, almenys, un exercici complet.

El consum total de l'edifici en un any, en el cas de l'exemple 2013, facilitat per l'aportament de les factures dels veïns a l'estudi, és de un 35.081 *Kwh*. El detall de consums per planta és el següent:

Planta	Consums elèctrics						Total
	Gener/febrer	març/abril	maig/juny	juliol/agost	set/octubre	nov/desembre	
p. 3	2569	2236	1878	2448	1992	2500	13623,26
p. 2	1639	936	919	1721	938	1248	7401,13
p. 1	1167	1166	1274	1448	1319	1168	7542,73
p. B.	639	536	404	374	419	590	2961,24
Zones comuns	560	585	601	636	599	573	3553,09
							35081,45

Taula 17- Detall de consums elèctrics per plantes, cada dos mesos, font E.P.

Com s'ha comentat al punt *Auditoria segona planta*, en el capítol *L'edifici, consumidor d'energia*, en la segona planta s'ha fet un procés diferent a l'hora de prendre dades. S'ha pogut prendre aquesta via ja que és un habitatge al qual és té accés permanent i total per a poder obtenir totes les dades necessàries. Aquest amplia informació permet tenir un punt comparatiu on poder desglossar la factura elèctrica i així poder comprovar i ajustar el còmput d'energia d'EnergyPlus.

El mètode emprat ha estat per eliminació, detallant primer els consums que se sabien amb exactitud i aproximant als que se'n tenen lectures exactes, fins trobar valors reals de consum.

El punt de partida ha estat els consums detallats que ja es tenien, els llums i els equipaments. Un cop introduïts tots els elements d'il·luminació i equipaments a *Space type* es comprova i s'ajusta la demanda del sistema de climatització i d'aigua calenta de la segona planta per tal que doni un consum total real.

En la taula 18 es pot veure el procediment seguit per arribar a la fita, de dalt a baix i d'esquerra a dreta. S'ha anat activant consums fins arribar a trobar el desglossament detallat.

		loft 2	bany 2	loft 3	bany 3	P.1 Coworking	P.1 Estudi Gr.	P.1 Oficines	P.1 Office	P. B.	zones comuns	
Equipment	local	2583,70	65,13	4776,82	57,95	1078,14		1652,38	530,99	731,51	2188,64	13665,26
	acumulat	2583,70	5511,42	12177,95	18363,29	22102,53		25675,53	27871,04	29298,63	33717,00	
Light	local	249,13	34,84	1736,83	91,35	1210,61	135,29	1400,10	56,80	1653,00	1364,45	7932,39
	acumulat	2832,82	5546,26	13914,78	18454,64	23313,13	23935,55	27075,63	27927,84	30951,63	35081,45	
Clima	local	2410,62	188,35	4119,98	377,79	487,13	87,60	264,42	513,54	473,84		8923,26
	acumulat	5243,44	5734,60	18034,76	18832,43	23800,27	24023,15	27340,05	28441,37	31425,47		
Hot water	local	202,85	1666,53	270,58	2191,96				125,74	102,88		4560,54
	acumulat	5446,29	7401,13	18305,34	21024,39				28567,12	31528,35		
		5446,29	1954,84	10904,21	2719,05	2775,88	222,88	3316,90	1227,07	2961,24	3553,09	35081,45
		7401,13		13623,26		7542,73						

Taula 18- Evolució de consums, acumulats / locals, a mida que anava encenent perfils, font E.P.

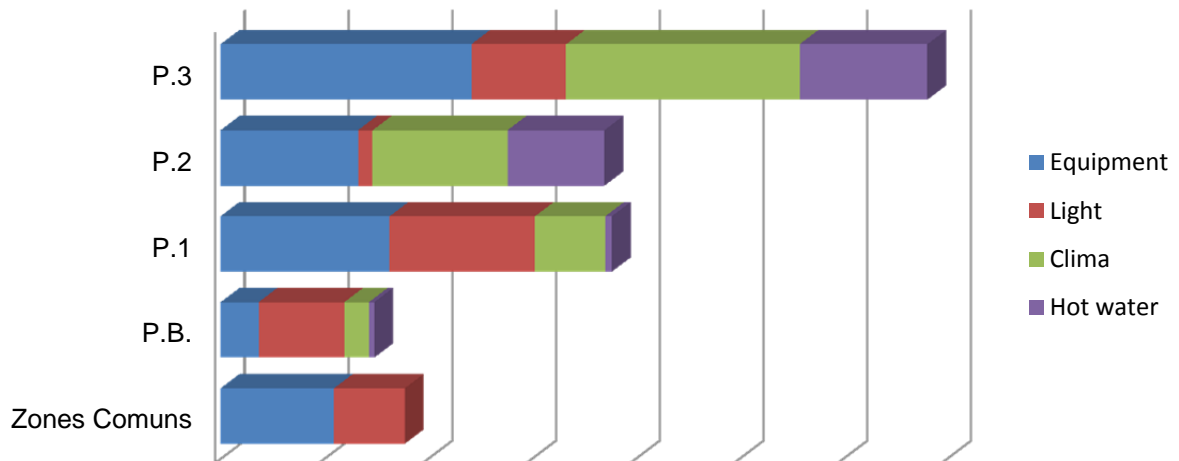
Començant per activar els equipaments, un per un, tots els 14 perfils de la segona planta. Es segueix amb el mateix paràmetre, activant els 12 perfils d'il·luminació de la segona planta.

Un cop trobat el consum detallat de tots els equipaments de la segona planta s'activa el sistema de climatització i ACS, graduant-los fins aconseguir un consum igualat al facturat.

Un cop trobats els consum desglossats d'una planta completa, es segueix amb la resta de plantes aproximant els consums comparativament a la segona planta. A la resta de plantes els equips lumínics estan generalitzats per tecnologia i detallats a l'horari, tenint un consum ajustat. Els equipaments, aigua calenta i clima han estat aproximats en conjunt, i per comparació a la segona planta, al consum obtingut en les factures entregades.

Valoració estat actual

El detall d'usos del consum elèctric per cada planta es pot veure en la següent gràfica 3.



Gràfic 5- Detall de consum per utilitats i plantes, font E.P.

En aquest gràfic es poden observar les primeres deficiències de l'edifici. En el sector d'equipaments és més difícil operar, perquè hi ha espais on només actuen ordinadors i equips d'oficina, i renovar tots aquest equipaments dona molt poques millores de rendiment i un alt cost. En els habitatges els usos d'equipaments no són prescindibles, només en la tercera planta on es podrien renovar els electrodomèstics ja que són molt antics.

En el sector il·luminació es pot observar les claríssimes diferències entre espais. La tercera planta té un grapat de llums i tots són halògens. La primera planta que disposa d'un parells de llums encesos 24 hores al dia, 7 dies a la setmana, li seria molt convenient canviar de tecnologia per poder rebaixar el volum demandat, ja que aquestes també són halògenes. La planta baixa, amb la quantitat de hores de funcionament també presenta un volum molt elevat de consum, també seria convenient canviar de tecnologia. I a les zones comunes, a part de tenir també tecnologies molt poc eficients, tenen els llums oberts sempre, quan seria prescindible. Totes aquestes propostes es plasmaran en escenaris de millora.

En el sector climatològic es pot observar com la tercera planta, tot i ser més petita en superfície que la segona, presenta un consum àmpliament superior. Aquest consum és degut a dos factors: l'antiguitat i deteriorament de les seves instal·lacions i el mal ús que en donen. Tenen sempre encès els aparells i amb termòstats a 23°C.

En els sistemes d'aigua calenta és evident que els consums siguin més elevats als habitatges, degut a un major ús. Les plantes industrials no tenen el consum de les dutxes, el principal. Tot i així no s'observen grans discrepàncies més que, de nou, el mal estat de les seves instal·lacions. Com es veu en la comparativa de la tercera planta a la segona planta.

Amb totes aquestes idees de base ja podem començar a plantejar els escenaris de millora que aplicarem.

Els escenaris de millora són els simulacres, basats en el mateix model base, als que s'incorporen les millores. Els càlculs venen donats pel mateix entorn informàtic. Els escenaris es poden catalogar segons la part de l'edifici que afecten i segons si són mesures intervencionistes o no.

La millor manera d'entendre les catalogacions dels escenaris és mantenint els criteris d'obtenció de dades. En aquest estudi s'han separat tots els factors que afecten a l'edifici com: activitat humana, envoltent, il·luminació, equipaments, climatització i generació d'aigua calenta.

La diferenciació entre intervencionista o no ve determinada per si la millora requereix modificar alguna cosa en l'edifici o simplement es pot aplicar corregint hàbits de la gent. Les mesures intervencionistes requereixen de pressupost, obra i addició de infraestructura.

Adequació de la ventilació

Abans de començar a desenvolupar els escenaris, per poder donar valor afegit a les condicions de salubritat dels espais, s'ha imposat la condició de ventilar correctament l'edifici, sabent que en molts espais ara mateix no es així. Es podria ignorar aquest requeriment del CTE, ja que no és d'obligat compliment en aquesta adequació, però al veure com, per exemple, en la tercera planta només obren les finestres una hora al dia, malgasten més tenint sempre el aire condicionat encès. A la planta baixa, ni tan sols es plantegen obrir mes enllà de quan arriben per poder iniciar les feines, s'ha pogut observar el fet que no tan sols la sostenibilitat té prioritat en aquest projecte, s'han de procurar espais habitables i confortables.

Es podria ometre aquestes actuacions (ventilació permanent) que afecten negativament als consums finals d'energia i presentar uns resultats acusadament millors, a favor d'una immillorable proposta final; es podria seguir donant als espais com a estancs per a obtenir consums menors de climatització, però no tot si val en les avaluacions energètiques. Haurien de procurar tant l'estalvi energètic i econòmic com per solventar les deficiències detectades amb les propostes de millora .

A la taula 19 s'aprecia com s'han trobat els ratis de ventilació. El valor que volem afegir és una ventilació permanent que compleixi les normatives actuals de salubritat, tot i no ser obligatori, i tot i anar en detriment al mínim consum esperat.

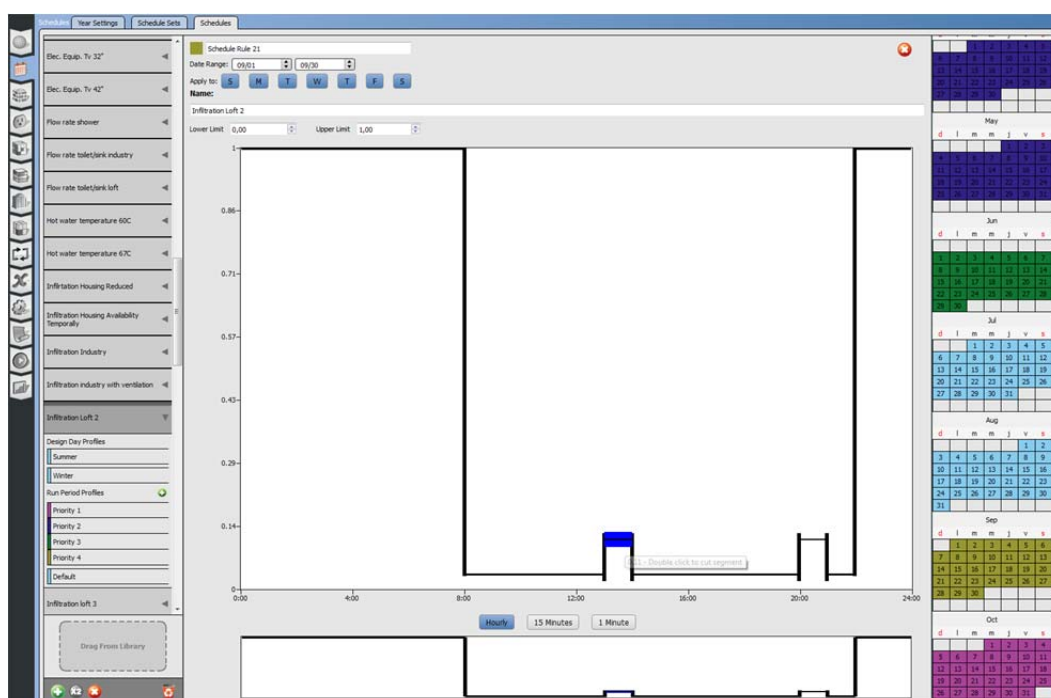
Faltaria saber quin seria el valor *Air changes hour (Ach)* per a una ventilació permanent. Segons normatives, les renovacions d'aire per aquests habitatges han de ser, 50 l/s per cuines, 15 l/s per bany, 5 l/s·persona per habitacions i 3 l/s·persona per a sales d'estar. Per a les zones comuns no habitades s'agafen un caudal de 0.7

$l/s \cdot m^2$. Per a les zones industrials la normativa a aplicar és el RITE. S'adopta una qualitat d'aire IDA2, que regula $12 \text{ dm}^3/s \cdot \text{persona}$

La decisió pot ser complexa en el cas del loft, ja que està tot en un mateix espai. Pel que s'opta és per agafar la ventilació més desfavorable, ja que els usos es troben compartint un mateix espai. Seguint l'exemple de l'espai loft 2, a la taula 19, veiem com s'ha agafat una ventilació permanent de 15 l/s , ja que si el bany, que es troba dins de l'espai necessita aquest caudal, ens hi obliga. En el període d'utilització de cuina s'ha pujat el valor a 50 l/s . Així aquest mateix espai té tres tipus de ventilació com es pot veure a la imatge 28: l'schedule "infiltration loft 2" on el valor permanent es 0.03, el valor de funció cuina es 0.11 i les ventilacions són el total unitari.

Baseline model	Area (m^2)	Volume (m^3)	Ach actual	m^3/s actuals resultant	Ventilació màxima amb finestres obertes = $0,468 \text{ m}^3/s$, parametre Ach major	m^3/s proposat com a ventilació màxima permanent	Ach, ventilació permanent sobre major	% sobre ventilació total	Diferents estats condicionats	m^3/s proposat	Ach	% sobre ventilació total
P.1 Coworking	25,13	82,18	3	0,068	20,50	0,048	2,10	0,10				
P.1 Estudi gravació	45,65	165,48	3	0,138	10,18	0,048	1,04	0,10				
P.1 Oficines	44,72	146,22	3	0,122	11,52	0,048	1,18	0,10				
P.1. Office	14,62	47,81	3	0,040	35,24	0,048	3,61	0,10				
P.2 Bany	7,05	22	5	0,031	76,58	0,015	2,45	0,03				
P.2 Loft	108,01	336,98	5	0,468	5,00	0,050	0,53	0,11	NO cuina	0,015	0,16	0,03
P.3 Bany	4,97	16,38	5	0,023	102,86	0,015	3,30	0,03				
P.3 Loft	77,91	256,38	5	0,356	6,57	0,050	0,70	0,11	NO cuina	0,015	0,21	0,03
P.B.	112,73	411,45	3	0,343	4,09	0,024	0,21	0,05				
Zones comuns	28,83	241,15	1	0,067	6,99	0,056	0,84	0,12				

Taula 19- Ratis de ventilacions , font E.P.

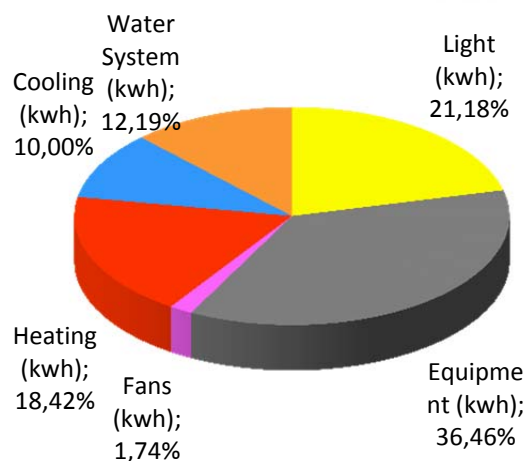
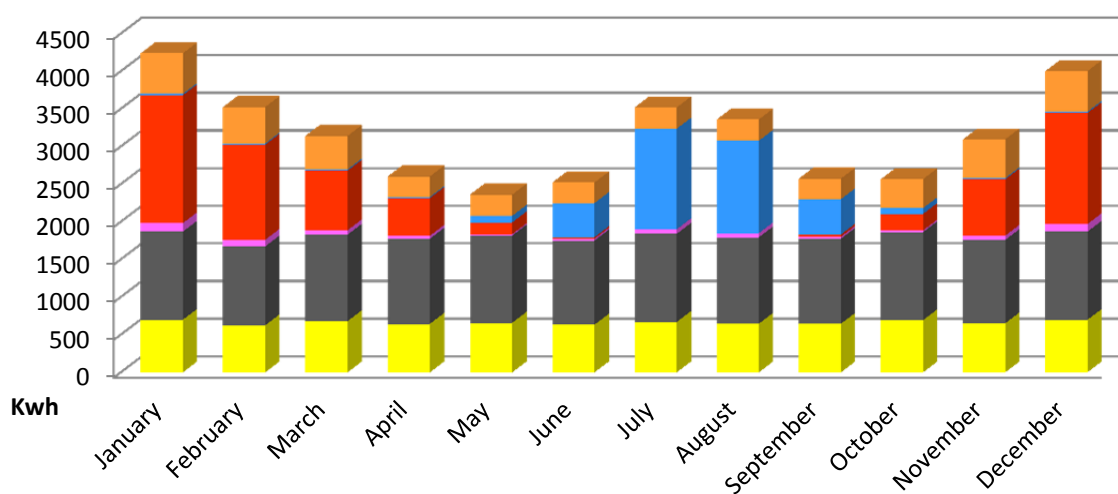


Imatge 28- Schedule, Infiltration Loft 2, font E.P.

Els resultats d'aquest escenari seran els que suposarem com a actuals, donant aquesta intervenció com a incondicional. A partir d'aquest moment, tots els consums es donen dins el total del volum de l'edifici. El sistema no permet calcular el consum d'un espai per separat. El conjunt de gràfics, gràfic 4 mostra el consum detallat del conjunt de l'edifici un cop incorporats els ratís de ventilació correctes.

Results: **With Ventilation**

	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)	
January	700,16	1170,52	112,66	1700,19	17,36	538,6	
February	625,56	1048,97	86,52	1263,92	16,31	484,79	
March	680,91	1148,63	58,32	792,1	17,17	444,13	
April	644,48	1131,03	39,17	501,09	14,29	272,7	
May	658,56	1159,46	16,75	157,46	87,26	281,96	
June	633,27	1118,66	22,24	20,74	454,23	272,86	
July	668,78	1171,29	59,34	1	1336,53	282,01	
August	646,03	1147,84	54,59	0,31	1228,08	282,17	
September	645,89	1131,05	23,72	30,63	470,39	272,74	
October	693,56	1170,52	21,41	220	76,14	385,72	
November	651,18	1107,58	56,95	748,31	16,21	515,7	
December	696,55	1172,08	100,37	1474,83	17,85	538,93	total
Σ	7944,93	13677,63	652,04	6910,58	3751,82	4572,31	37509,31
%	21,18%	36,46%	1,74%	18,42%	10,00%	12,19%	



Gràfic 6- Gràfics de consum energètic un cop incorporada la ventilació, font E.P.

Els resultats obtinguts un cop incorporada la mesura de ventilació disten dels actuals. El consum s'ha disparat dels 35081.45 Kwh actuals als 37509.31 Kwh que tindria l'edifici si les ventilacions fossin les correctes. Tot i saber que es posiciona en un escenari més pessimista, en el què obtenir un resultat final satisfactori és encara més difícil, es considera aquesta mesura com a fixe, partint les comparacions dels següents escenaris des d'aquest consum, 37509.31 Kwh.

Escenaris no intervencionistes

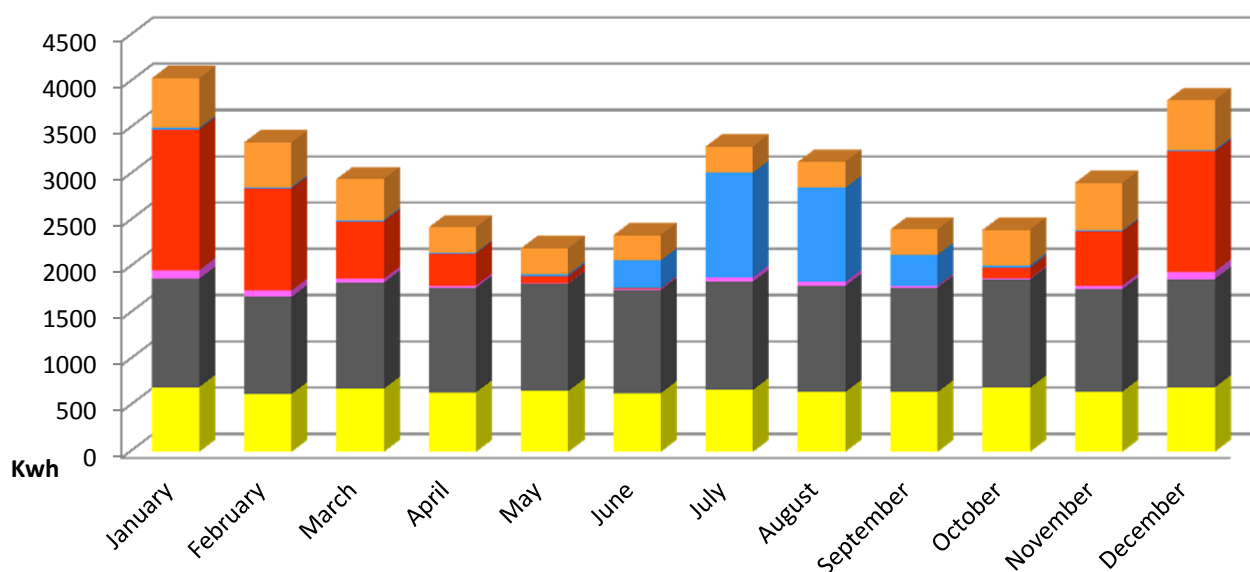
ENI- Termòstat 21-25

Escenari no intervencionista: adequació de termòstat a 21°C a l'hivern i 25°C a l'estiu.

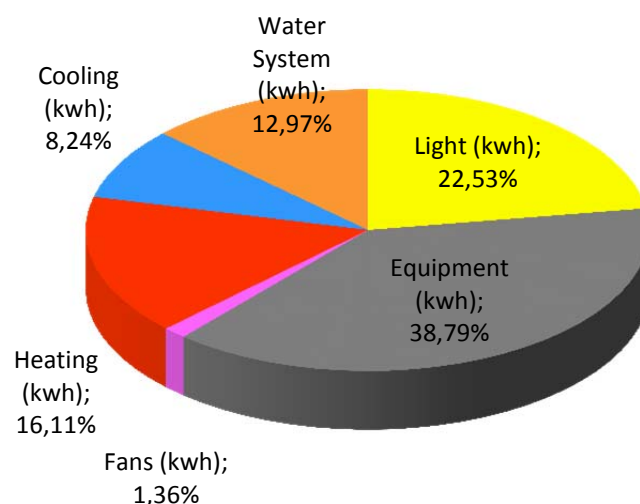
Només la segona planta compleix amb els recomanacions de l'icaen de tenir els termòstats a 21°C a l'hivern i 25°C a l'estiu. La planta tercera té sempre el termòstat a 23°C, hivern i estiu. La primera planta no fa un ús tan incorrecte: tenen el termòstat a 22°C a l'hivern. Cada grau de més està estimat que augmenta un 8% el consum total del sistema de climatització. La primera i única modificació no intervencionista és que totes les plantes col·loquin els termòstats a aquesta temperatura de consigna. Es crea un escenari on els veïns de les plantes baixa, planta primera i tercera, tenen els termòstats a les temperatures aconsellades.

Results:		Thermostat 21-25					total
	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)	
January	700,16	1170,52	92,16	1523,94	14,18	538,6	35258,16
February	625,56	1048,97	69,07	1103,84	13,36	484,78	
March	680,91	1148,63	41,06	621,1	13,79	444,13	
April	644,48	1131,03	24,1	346,6	9,23	272,71	
May	658,56	1159,46	5,94	74,6	21,63	282	
June	633,27	1118,66	12,88	4,79	300,24	272,86	
July	668,78	1171,29	47,05	0,18	1131,52	282,02	
August	646,03	1147,84	42,39	0,12	1017,35	282,17	
September	645,89	1131,05	14,28	5,53	334,21	272,75	
October	693,56	1170,52	9,18	118,02	23,61	385,77	
November	651,18	1107,58	39,83	583,3	10,77	515,69	
December	696,55	1172,08	80,37	1298,4	14,58	538,92	
Σ	7944,93	13677,63	478,31	5680,42	2904,47	4572,4	
%	22,53%	38,79%	1,36%	16,11%	8,24%	12,97%	

Taula 20- Consum energètic de l'escenari termòstat 21-25, font E.P.



Gràfic 8- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari termòstat 21-25, font E.P.



Gràfic 7- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari termòstat 21-25, font E.P.

Ocasionem un estalvi de 2251.15 Kwh anuals.

Escenaris intervencionistes

Il·luminació

EI1- Gestió de la il·luminació de l'escala

Escenari il·luminació 1: adequació de l'encesa dels llums de l'escala a l'ús.

Aquest escenari recomana apagar els llums de l'escala que estan encesos permanentment. Els llums del replà de l'ascensor no es poden apagar, però els tres

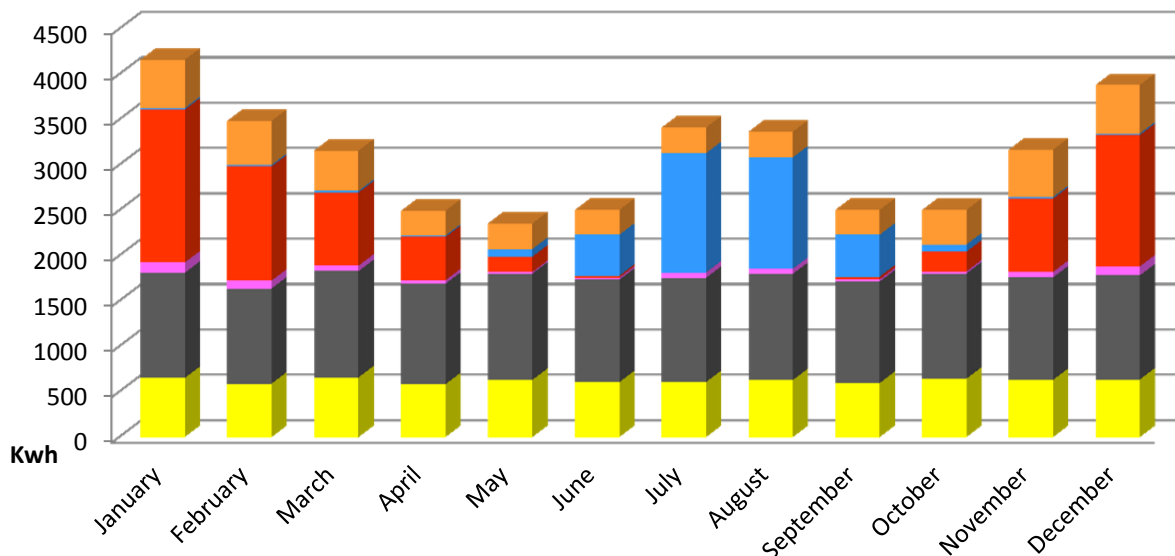
llums dels replans d'escala, poden ser activats amb polsadors. L'escala s'utilitza només per la primera planta, en horari d'oficina. Es poden apagar els llums mentre no s'utilitzi. El sistema ideat és introduir un temporitzador i instal·lar un polsador a la planta baixa. Antigament ja existia aquesta infraestructura. El temporitzador està ubicat a la CGP, encara que espatllat i tota la escala té polsadors per encendre els llums. L'escenari passa només per canviar el temporitzador i col·locar un polsador nou a la planta baixa de la escala.

Results:

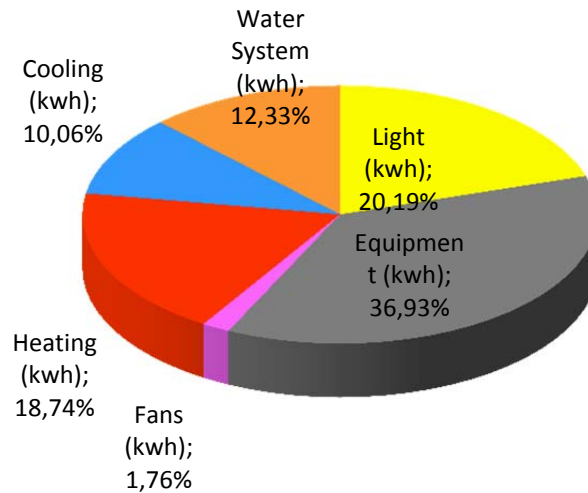
Turn off lights

	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)	
January	651,82	1159,69	112,56	1685,87	17,05	531,99	
February	590,28	1048,97	85,97	1259,76	16,41	484,79	
March	659,61	1170,52	60,1	807,33	17,36	444,08	
April	583,67	1107,58	37,66	478,98	13,97	272,76	
May	630,85	1172,08	17,42	169,85	84,04	281,93	
June	606,31	1129,49	22,17	21,32	452,29	272,86	
July	608,1	1148,63	58,31	0,77	1316,04	282,12	
August	629,44	1171,29	54,67	0,36	1229,21	281,99	
September	596,19	1119,2	23,33	30,57	462,37	272,82	
October	644,38	1159,69	21,51	219,36	78,2	380,52	
November	631,73	1130,26	59,33	809,2	17,45	520,83	
December	635,98	1147,84	98,4	1448,99	17,11	533,8	
Σ	7468,36	13665,24	651,43	6932,36	3721,5	4560,49	total
%	20,19%	36,93%	1,76%	18,74%	10,06%	12,33%	36999,38

Taula 21- Consum energètic de l'escenari llums apagades, font E.P.



Gràfic 9- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari llums apagades, font E.P.



Gràfic 10- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari llums apagades, font E.P.

Ocasionem un estalvi de 509.93 Kwh anuals

EI2- II·luminació led

Escenari il·luminació 2: canvi de tecnologies obsoletes a tecnologia led.



En el punt "Valoració de l'estat actual del capítol VI" es deia que el consum de llum era molt alt en alguns espais. És per això que s'ha creat un escenari on s'implanten llums de molt baix consum, amb tecnologia led, que a més no desprenen calor. Per obtenir un mateix confort lumínic en la incorporació de llums s'ha seguit el criteri de igual o major intensitat lumínica (*lúmens*), una temperatura de color (*Kelvin*) similar a la substituïda i un IRC o RA de característiques iguals o superiors si ha estat possible. La quantitat de lux no es veu afectada ja que no es modifica la lluminària ni la seva posició, només canviem les bombetes. El seguit de làmpades s'han consultat i s'han pogut comprar a les botigues online:



<https://www.lamparadirecta.es/>

<http://www.efectoled.com/es/>



La relació de tots els llums emprats, mostrades per espai, es pot consultar a les taules següents:



Zones comuns:

Incandescent halogenurs	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Làmpada LED GU10 60º 6W
	50	6	300	3200	100	
	5.5	6	350	2800 a 3200	89	



Descarrega fluorescent	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Tubo LED 600mm
	18	7	1350	6200	80	
	11	7	1200	6500	80-89	



P.B.:

Incandescent halogenurs	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Làmpada LED GU10 60º 6W
	50	6	300	3200	100	
	5.5	6	350	2800 a 3200	89	



Descarrega fluorescent	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Tubo LED 1200mm
	38	16	3300	6200	80	
	28	16	3400	6500	80-89	



P.1 Office:

Descarrega fluorocompacta	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	làmpada LED E27 6W
	20	5	430	3300	75	
	6	5	470	3000	80-89	



Descarrega fluorcompacta	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	làmpada LED E27 12W Aluminio
	60	2	1040	3300	75	
	12	2	1140	3000	80-89	

P.1 Estudi Gravació:



Descarrega fluorescent	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Tubo LED 1200mm
	38	4	3300	6200	80	
	28	4	3400	6500	80-89	

Descarrega fluorcompacta	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	làmpada LED E27 6W
	20	1	430	3300	75	
	6	1	470	3000	80-89	



P.1 Oficines:

Incandescent halogenurs	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Tubo LED 1000mm Blanco Neutro 22W
	100	1	1800	3200	100	
	22	1	1800	3000	80-89	

Requereix canvi de làmpada



Incandescent	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	làmpada LED E27 6W
	60	10	370	2700	100	
	6	10	470	3000	80-89	



P.1 Coworking:

Incandescent halogenurs	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Tubo LED 1000mm Blanco Neutro 22W
	100	3	1800	3200	100	
	22	3	1800	3000	80-89	



Requereix canvi de làmpada



P.2 Bany Loft (lectures actuals reals):



Descarrega fluorocompacta	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Bombilla LED E27 12W Aluminio
	20	2	1200	3300	75	
	12	2	1140			



Descarrega fluorocompacta	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Bombilla LED E27 10W
	12	2	670	3300	75	
	10	2	806	3000	80-89	

P.2 Loft (lectures actuals reals):



Descarrega fluorocompacta	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Bombilla LED E27 10W
	16	3+1	600	3300	75	
	10	3+1	806	3000	80-89	



Descarrega fluorocompacta	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	làmpada LED E27 12W Aluminio
	32	2+1	1200	3300	75	
	12	2+1	1140	3000	80-89	

Incandescent halogenurs	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Làmpada LED GU10 60° 6W
	52.25	4+3+3+6	300	3200	100	
	5.5	4+3+3+6	350	2800 a 3200	89	



Incandescent halogenurs	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Philips LEDbulb D 18-100W E27
	121	2	2135	3200	100	
	18	2	1500	3000	80-89	



Donat que només és un llum decoratiu, i donada la complicació de trobar tant flux lluminós amb tecnologia led, opto per canviar-les a pesar de la pèrdua lumínica, es molt gran el estalvi.

Incandescent halogenurs	Pot. (W)	nº	Intensitat Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Philips LEDbulb D 18-100W E27
	75	3	1320	3200	100	
	18	3	1500	3000	80-89	



Incandescent halogenurs	Pot. (W)	nº	Intensitat Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	làmpada LED E27 10W
	50	1	700	3200	100	
	10	1	806	3000	80-89	



P.3- Bany Loft:

Incandescent halogenurs	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Làmpada LED GU10 60° 6W
	52.25	2	300	3200	100	
	5.5	2	350	2800 a 3200	89	

Incandescent	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	làmpada LED E27 10W
	60	1	710	2700	100	
	10	1	806	3000	80-89	

P.3- Loft:

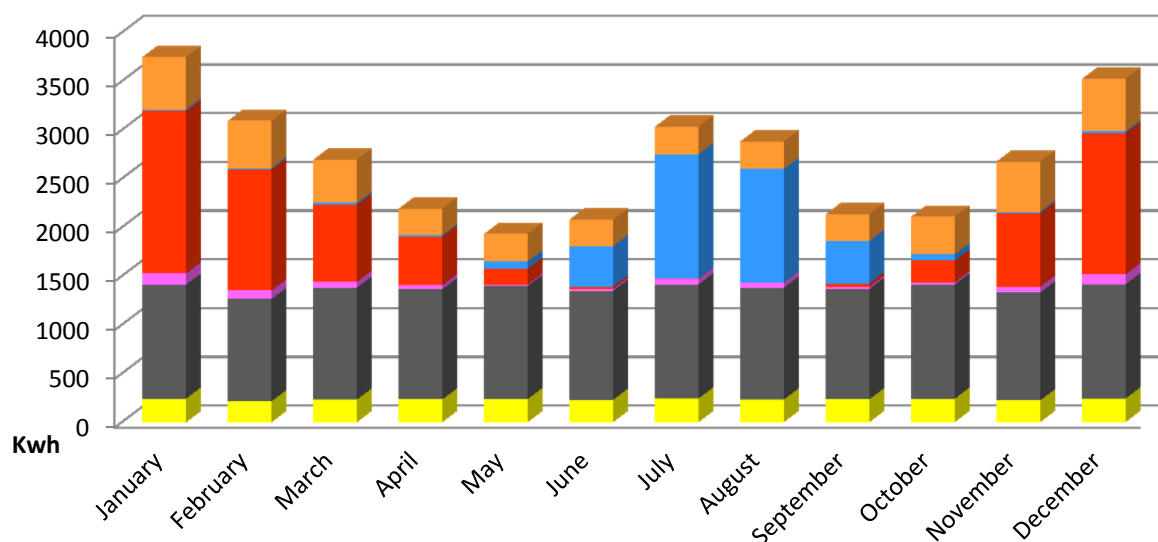
Incandescent halogenurs	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Làmpada LED GU10 60° 6W
	52.25	18	300	3200	100	
	5.5	18	350	2800 a 3200	89	

Incandescent halogenurs	Pot. (W)	nº	Int. Llum. (lm)	Temp. color (Kelvin)	IRC	Làmpada LED GU10 60° 6W
	20	6	230	3200	100	
	3.7	6	200	2800 a 3200	89	

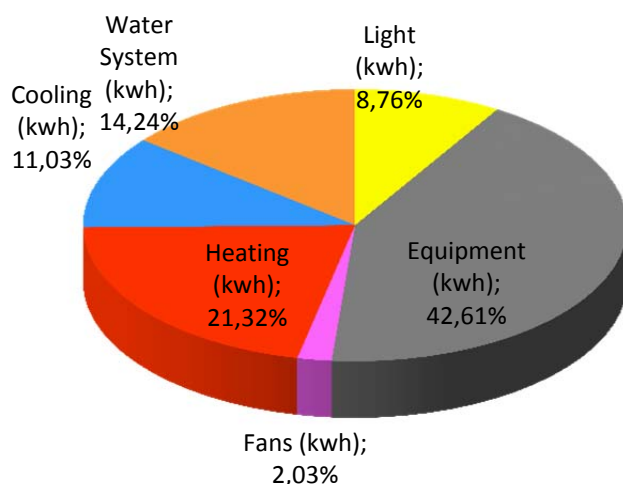
Results: **Led lights**

	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)	
January	242,87	1170,52	114,78	1665,67	17,46	538,6	
February	215,72	1048,97	88,14	1239,54	16,38	484,78	
March	232,5	1148,63	59,68	792,94	17,06	444,12	
April	234,37	1131,03	39,89	500,89	13,72	272,75	
May	238,35	1159,46	16,88	158,11	77,9	282,07	
June	229,63	1118,66	20,6	22,35	415,86	272,91	
July	243,49	1171,29	56,46	1,15	1278,36	282,01	
August	232,7	1147,84	51,55	0,28	1167,29	282,18	
September	235,29	1131,05	22,53	33,81	438,73	272,75	
October	241,42	1170,52	21,87	224,69	64,56	385,74	
November	222,96	1107,58	58,44	754,4	15,56	515,68	
December	243,3	1172,08	102,37	1449,77	17,94	538,92	
Σ	2812,6	13677,63	653,19	6843,6	3540,82	4572,51	total
%	8,76%	42,61%	2,03%	21,32%	11,03%	14,24%	32100,35

Taula 22- Consum energètic de l'escenari il·luminació led, font E.P.



Gràfic 11- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari il·luminació led, font E.P.



**Ocasionem un estalvi de
5408.96Kwh anuals**

Gràfic 11- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari il·luminació led, font E.P.

Envolvent

EE1- Envà pluvial

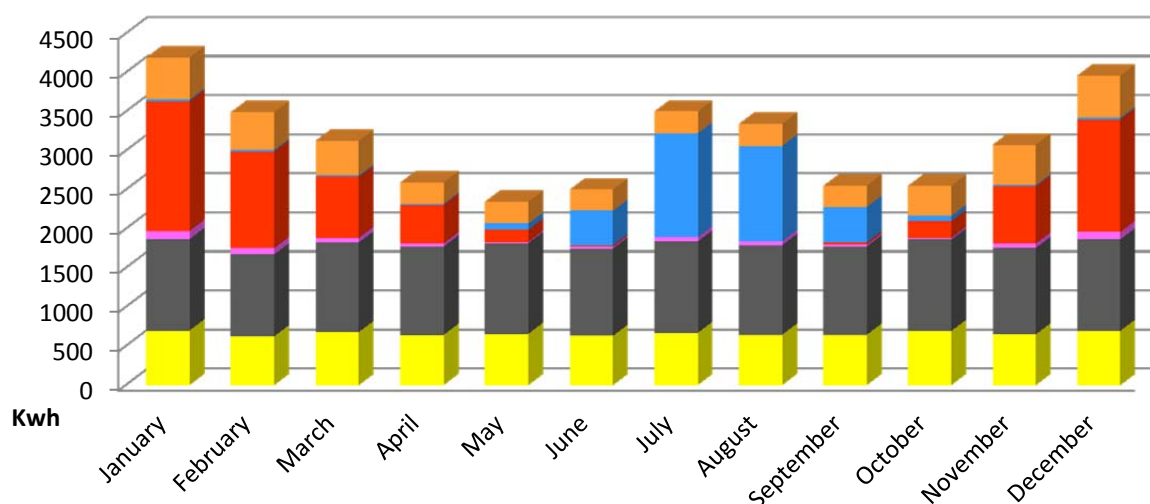
Escenari envolvent 1: construcció d'envà pluvial allà on no existeix.

L'edifici té un tram entre pilastres, d'uns 3 metres de llargada per l'alçada total de l'edifici, on no existeix envà pluvial. Ubicat el desperfecte en la cara sud-est de l'edifici, en la paret mitjanera. Aquest desperfecte deixa la paret de càrrega exposada, comportant-se tota ella com un pont tèrmic. Es crea un escenari on tota aquesta paret passa a ser com les demés mitjaneres, un envà pluvial.

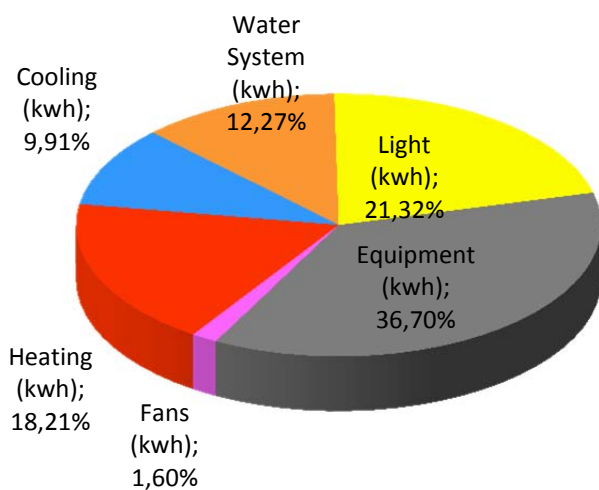
Results:

	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)	
January	700,16	1170,52	101,32	1665,82	17,4	538,6	
February	625,56	1048,97	78,93	1241,14	16,33	484,79	
March	680,91	1148,63	56,1	783,49	17,04	444,13	
April	644,48	1131,03	38,32	495,82	13,44	272,71	
May	658,56	1159,46	15,95	155,32	79,02	281,98	
June	633,27	1118,66	20,06	19,6	440,61	272,87	
July	668,78	1171,29	51,88	0,87	1330,25	282,01	
August	646,03	1147,84	47,77	0,31	1221,98	282,17	
September	645,89	1131,05	21,26	28,75	455,2	272,74	
October	693,56	1170,52	20,41	216,08	67,33	385,72	
November	651,18	1107,58	54,28	733,11	15,89	515,7	
December	696,55	1172,08	91,28	1445,22	17,9	538,93	
Σ	7944,93	13677,63	597,56	6785,53	3692,39	4572,35	total
%	21,32%	36,70%	1,60%	18,21%	9,91%	12,27%	37270,39

Taula 23- Consum energètic de l'escenari construcció d'envà pluvial



Gràfic 12- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari construcció d'envà pluvial, font E.P.



**Ocasionem un estalvi de
238.92Kwh anuals**

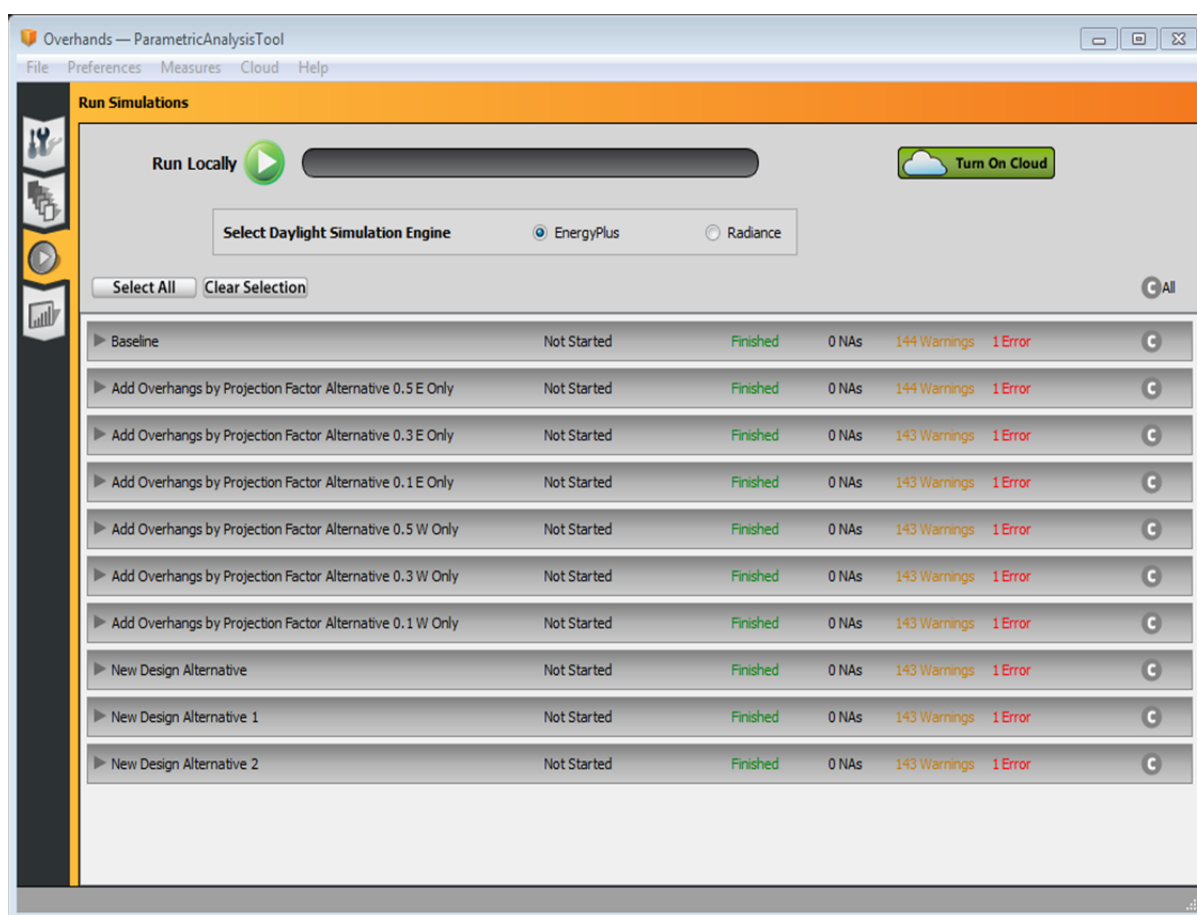
Gràfic 13- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari construcció d'envà pluvial, font E.P.

EE2 Voladissos- Overhands

Escenari envolvent 2: creació de voladissos damunt de finestres.

El software OpenStudio incorpora varies eines addicionals. Abans s'ha comentat el "results Viewer" però en té una altra molt important: "parametric analysis tool". El que fa és computar una sèrie de variables, que abans s'han configurat al model que estudies. En aquest cas s'ha introduït l'opció de que calculés els consums quan se li afegeix automàticament un voladís al damunt de cada finestra.

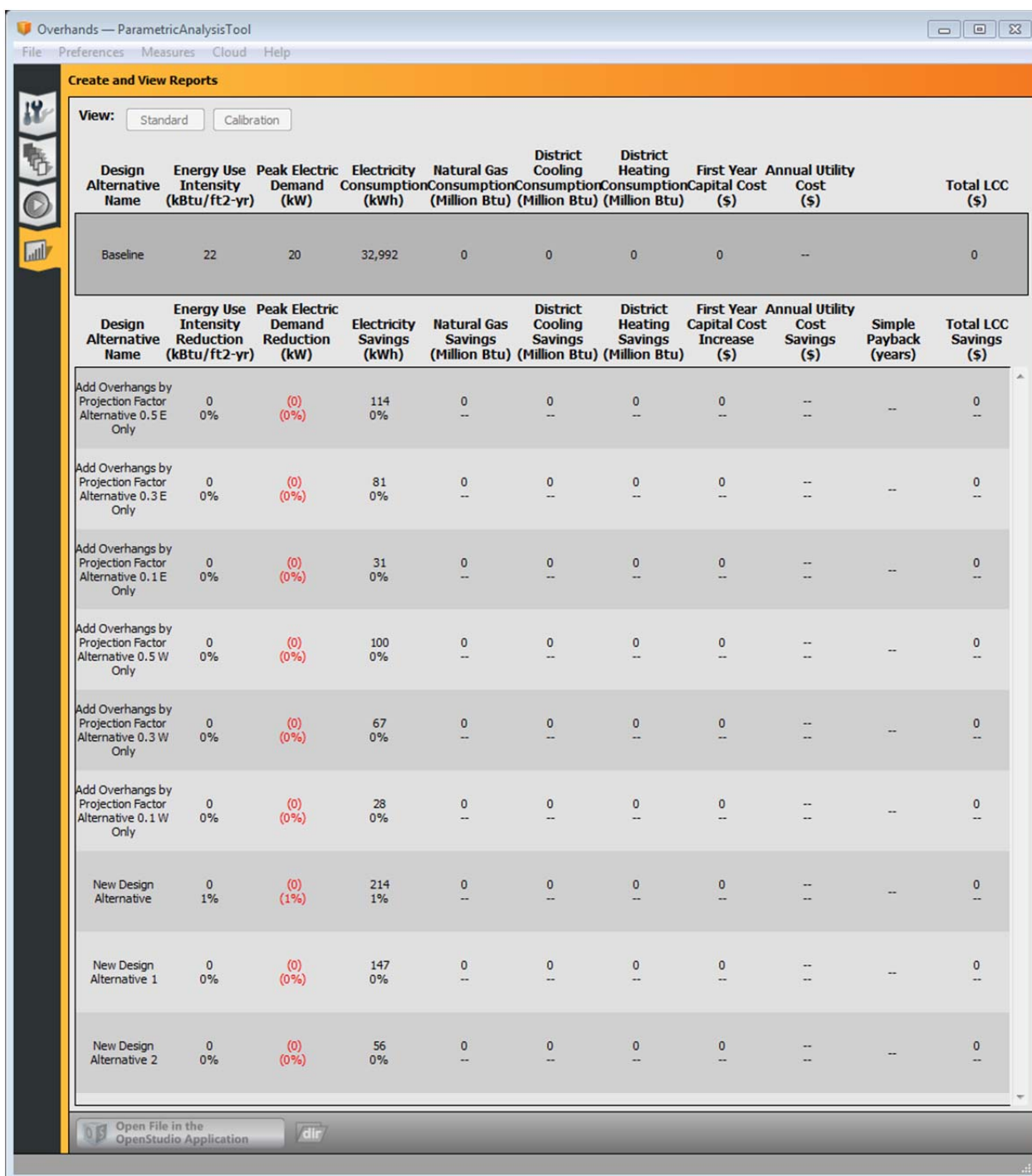
S'han configurat valors de voladís de 0.5, 0.3 i 0.1 sobre l'alçada total de les obertures, tant en orientació est com oest i unes alternatives finals que combinen aquest valors entre ells mateixos, com es pot veure en el llistat de la imatge 28. En aquesta imatge el model base es troba a dalt, anomenat baseline, els voladís sols són les 6 següents opcions i les tres ultimes fileres són les alternatives combinades.



Imatge 28- Parametric analysis tool, variables de voladissos, resultats obtinguts, font E.P.

De la mateixa forma que OpenStudio, els resultats apareixen a la pestanya inferior, com s'aprecia a la imatge 29, el millor resultat és la alternativa combinada amb voladís de 0.5 que aporta un estalvi de 214 Kwh.

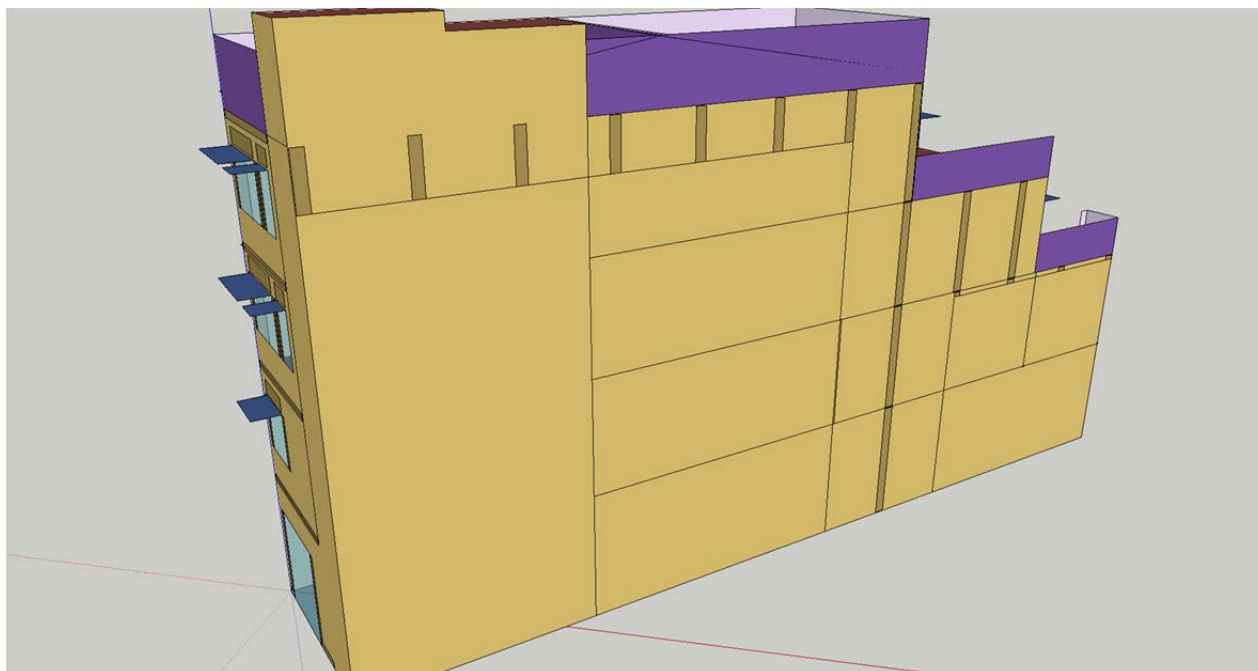
Per a poder calcular un escenari, abans s'ha de crear en entorn 3D. És per això que de cada alternativa creada existeix un model en format OpenStudio. Obrim l'arxiu seleccionat i veiem quin perfil tindrà el nostre edifici un cop incorporades les estructures (imatge 30).



The screenshot shows the 'Overhands — ParametricAnalysisTool' window. It has a menu bar (File, Preferences, Measures, Cloud, Help) and a toolbar on the left. The main area is titled 'Create and View Reports' and contains a 'View' dropdown set to 'Standard'. Below this is a table with 11 columns: Design Alternative Name, Energy Use Intensity (kBtu/ft2-yr), Peak Electric Demand (kW), Electricity Consumption (kWh), Natural Gas Consumption (Million Btu), District Cooling Consumption (Million Btu), District Heating Consumption (Million Btu), First Year Capital Cost (\$), Annual Utility Cost (\$), Simple Payback (years), and Total LCC Savings (\$). The table lists several alternatives, including a baseline and various 'Add Overhangs by Projection Factor' scenarios (0.5 E, 0.3 E, 0.1 E, 0.5 W, 0.3 W, 0.1 W) and 'New Design' alternatives (Alternative 1, Alternative 2). The 'New Design Alternative' row shows a peak electric demand reduction of 1% and a total LCC savings of 0. The 'New Design Alternative 1' row shows a peak electric demand reduction of 0% and a total LCC savings of 0. The 'New Design Alternative 2' row shows a peak electric demand reduction of 0% and a total LCC savings of 0.

Design Alternative Name	Energy Use Intensity (kBtu/ft2-yr)	Peak Electric Demand (kW)	Electricity Consumption (kWh)	Natural Gas Consumption (Million Btu)	District Cooling Consumption (Million Btu)	District Heating Consumption (Million Btu)	First Year Capital Cost (\$)	Annual Utility Cost (\$)	Simple Payback (years)	Total LCC Savings (\$)
Baseline	22	20	32,992	0	0	0	0	--	--	0
Add Overhangs by Projection Factor Alternative 0.5 E Only	0	(0) (0%)	114 0%	0 --	0 --	0 --	0 --	--	--	0 --
Add Overhangs by Projection Factor Alternative 0.3 E Only	0	(0) (0%)	81 0%	0 --	0 --	0 --	0 --	--	--	0 --
Add Overhangs by Projection Factor Alternative 0.1 E Only	0	(0) (0%)	31 0%	0 --	0 --	0 --	0 --	--	--	0 --
Add Overhangs by Projection Factor Alternative 0.5 W Only	0	(0) (0%)	100 0%	0 --	0 --	0 --	0 --	--	--	0 --
Add Overhangs by Projection Factor Alternative 0.3 W Only	0	(0) (0%)	67 0%	0 --	0 --	0 --	0 --	--	--	0 --
Add Overhangs by Projection Factor Alternative 0.1 W Only	0	(0) (0%)	28 0%	0 --	0 --	0 --	0 --	--	--	0 --
New Design Alternative	0 1%	(0) (1%)	214 1%	0 --	0 --	0 --	0 --	--	--	0 --
New Design Alternative 1	0 0%	(0) (0%)	147 0%	0 --	0 --	0 --	0 --	--	--	0 --
New Design Alternative 2	0 0%	(0) (0%)	56 0%	0 --	0 --	0 --	0 --	--	--	0 --

Imatge 29- Resultats de parametric analysis tool, variables de voladissos, font E.P.

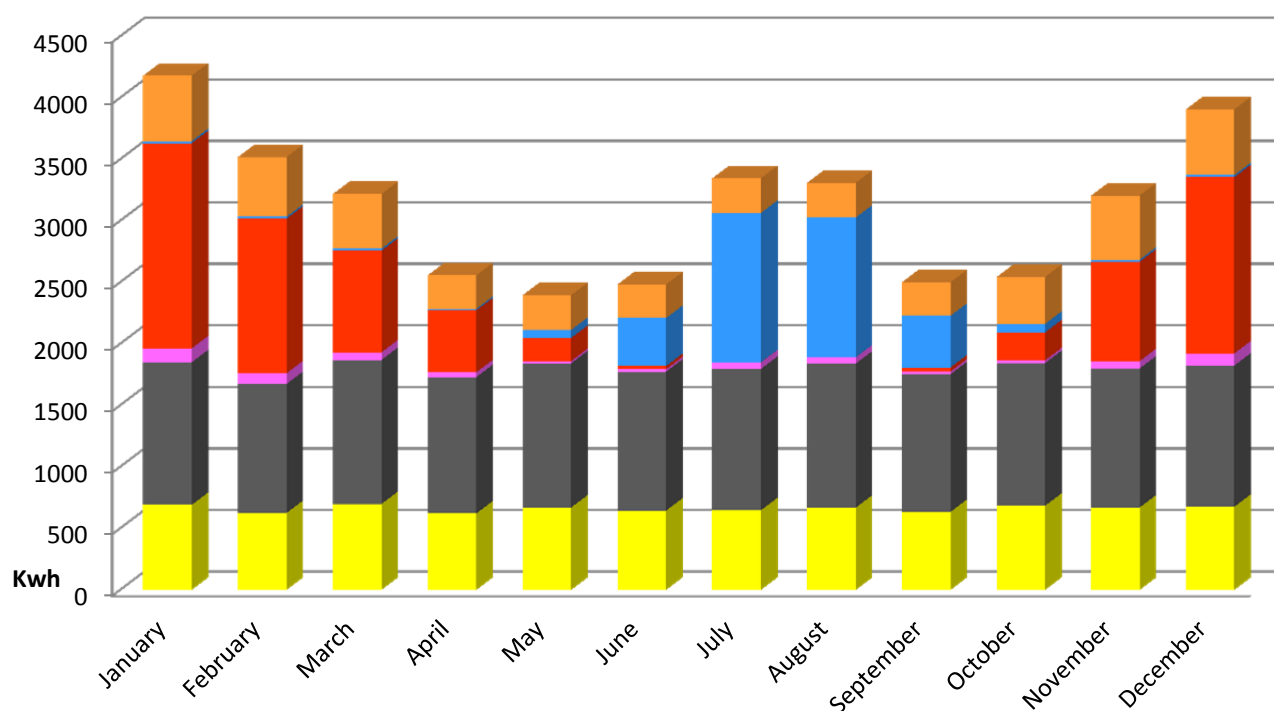


Imatge 30- Edifici generat per PAT, variables de voladissos, font E.P.

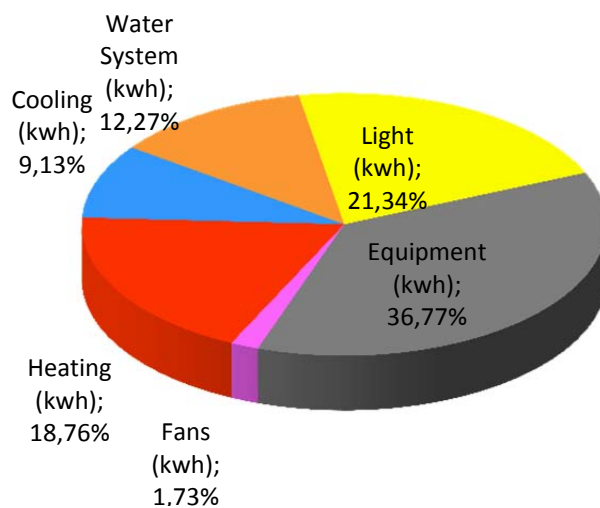
Un cop tenim l'edifici generat se li apliquen els mateixos protocols que als altres escenaris, acabant de ser perfilat des d'EnergyPlus.

Results:		New Overhands				
	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)
January	690,88	1159,69	112,8	1668,13	17,01	531,99
February	625,56	1048,97	86,74	1256,8	16,32	484,79
March	698,67	1170,52	61,71	826,58	16,75	444,08
April	621,74	1107,58	39,45	503,36	12,55	272,76
May	670,18	1172,08	17,95	187,63	65,6	281,92
June	644,38	1129,49	19,46	26,1	390,47	272,89
July	647,44	1148,63	53,07	0,99	1214,17	282,13
August	668,78	1171,29	49,82	0,43	1137,44	281,99
September	634,26	1119,2	21,35	33,58	419,96	272,84
October	684,28	1159,69	21,66	227,64	69,53	380,51
November	670,34	1130,26	59,58	808,37	17	520,83
December	675,88	1147,84	98,48	1433,48	17,07	533,8
Σ	7932,39	13665,24	642,07	6973,09	3393,87	4560,53
%	21,34%	36,77%	1,73%	18,76%	9,13%	12,27%
						total
						37167,19

Taula 24- Consum energètic de l'escenari voladissos, font E.P.



Gràfic 14- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari voladissos, font E.P.



Gràfic 15- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari voladissos, font E.P.

Ocasionem un estalvi de 342.12 Kwh anuals

EE3- Finestres i vidres- Frame & Divider

Escenari envoltant 3: canvi de finestres i vidres.

Des de dins dels arxius .idf, s'ha estat introduint les fusteries. És des d'allà on es modifiquen i es crea un escenari on els marcs són de PVC de tres càmeres i els vidres son BE6/13/4. Els detalls de les propietats del PVC i les geometries emprades en la fusteria es poden veure en la imatge 31.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6
Name		Madera	Aluminio	Aluminio RpT <12m	Aluminio RpT >12m	PVC 2 camaras	PVC 3 camaras
Frame Width	m	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Frame Outside Projection	m	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Frame Inside Projection	m	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Frame Conductance	W/m2-K	2,2	5,7	4	3,2	2,2	1,8
Ratio of Frame-Edge Glass Conductance to Center-Of-Glass		1	1	1	1	1	1
Frame Solar Absorptance		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Frame Visible Absorptance		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Frame Thermal Hemispherical Emissivity		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Divider Type			DividedLite				DividedLite
Divider Width	m		0,07				0,07
Number of Horizontal Dividers			0				0
Number of Vertical Dividers			1				1
Divider Outside Projection	m		0,02				0,02
Divider Inside Projection	m		0,02				0,02
Divider Conductance	W/m2-K		5,7				1,8
Ratio of Divider-Edge Glass Conductance to Center-Of-Glass		1	1	1	1	1	1
Divider Solar Absorptance							
Divider Visible Absorptance							
Divider Thermal Hemispherical Emissivity		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Outside Reveal Solar Absorptance		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Inside Sill Depth	m	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Inside Sill Solar Absorptance		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Inside Reveal Depth	m	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Inside Reveal Solar Absorptance		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

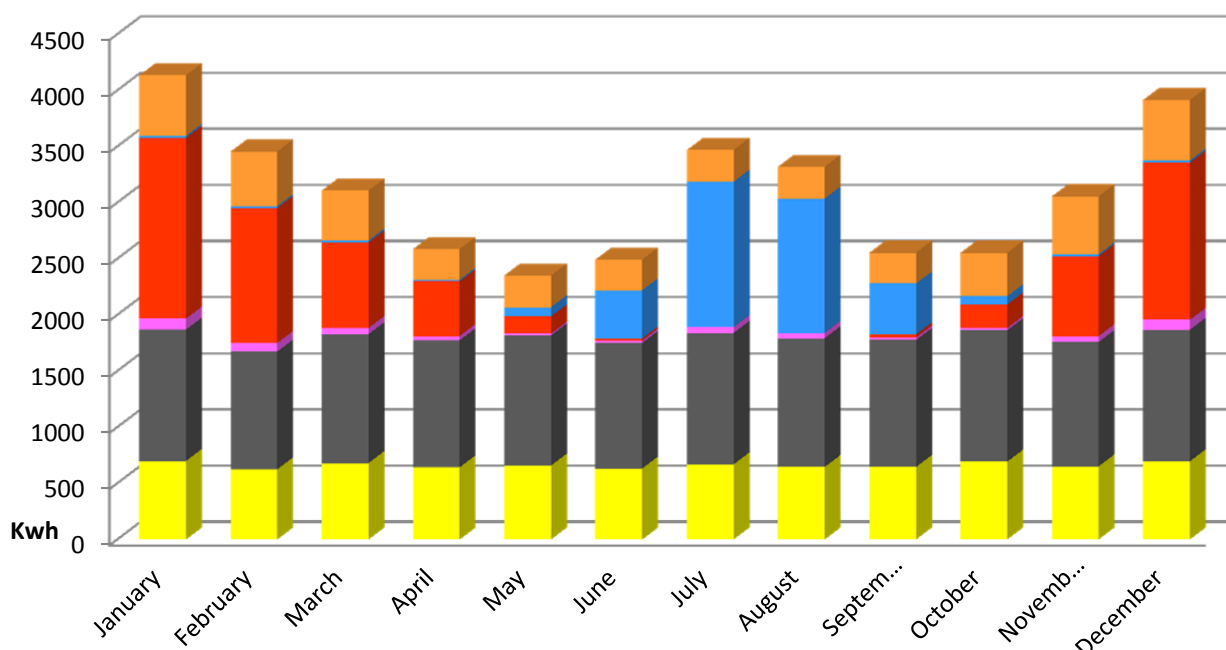
Imatge 31- Captura d'imatge de EnergyPlus, configuració de geometries de les carpinteries, font E.P.

Results:

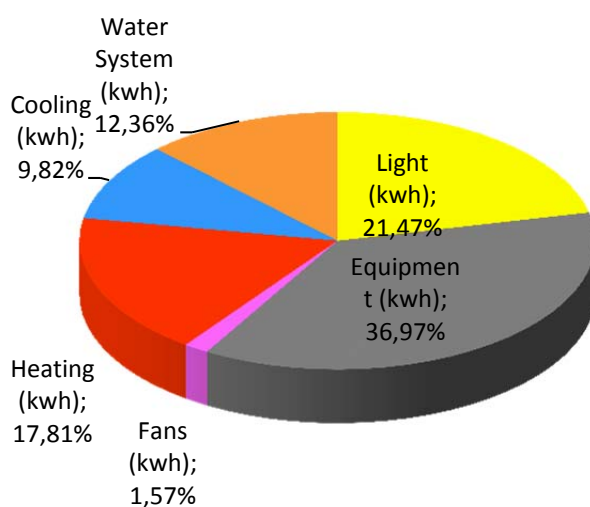
Frame & Divider

	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)	
January	700,16	1170,52	97,47	1610,17	17,6	538,6	
February	625,56	1048,97	76,13	1203,24	16,51	484,79	
March	680,91	1148,63	54,37	763	17,23	444,13	
April	644,48	1131,03	37,42	487,93	14,05	272,71	
May	658,56	1159,46	16	153,78	81,86	281,97	
June	633,27	1118,66	19,62	20,11	429,74	272,87	
July	668,78	1171,29	50,4	0,89	1295,14	282,01	
August	646,03	1147,84	46,71	0,3	1197,46	282,17	
September	645,89	1131,05	21,18	28,31	454,16	272,74	
October	693,56	1170,52	20,22	209,73	73,95	385,75	
November	651,18	1107,58	52,49	712,94	16,35	515,7	
December	696,55	1172,08	88,15	1400,56	18,1	538,93	
Σ	7944,93	13677,63	580,16	6590,96	3632,15	4572,37	total
%	21,47%	36,97%	1,57%	17,81%	9,82%	12,36%	36998,2

Taula 25- Consum energètic de l'escenari Vidres i fusteries, font E.P.



Gràfic 15- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari vidres i finestres, font E.P.



Gràfic 16- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari vidres i fusteries, font E.P.

Ocasionem un estalvi de 511.11 Kwh anuals

EE4- Combinatòria: Voladissos + Finestres i vidres

Escenari envoltent 4: escenari combinat amb voladissos més vidres i finestres.

A simple vista, sense encara no haver valorat en profunditat els resultats dels escenaris de millora, es pot percebre que passar d'unes finestres d'alumini amb vidre simple de 6 mm. a unes de PVC de tres cambres amb vidres BE6/13/4 dóna un resultat sospitosament inferior a l'esperat.

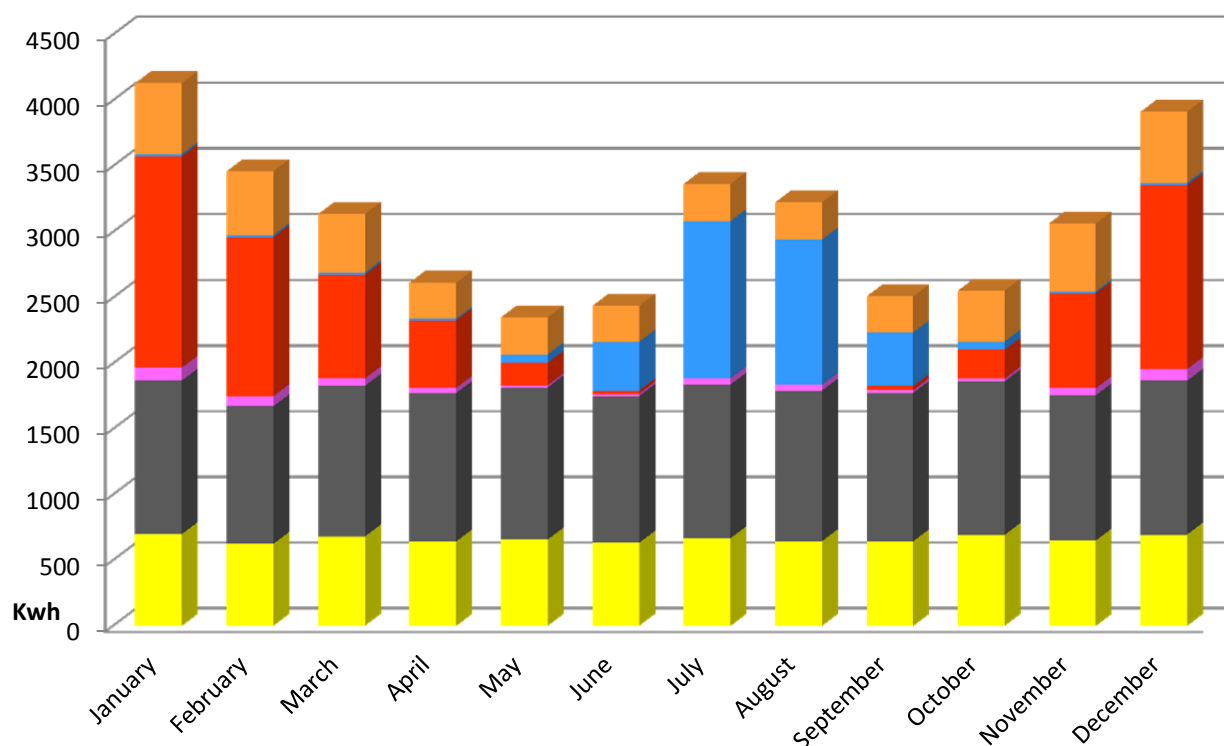
Un factor que influeix molt en el bon rendiment dels vidres baix emissius, és la cobertura de la finestra en èpoques de sol màxim, evitant la incidència solar directe. Els vidres baix emissius permeten l'entrada de certes longituds d'ones, però no deixen escapar les radiacions d'ona llarga. És així com creen a l'estiu un efecte hivernacle que pot ser contraproductiu.

És convenient fer una hipòtesi en la què es computen els dos factors junts: l'addició a l'edifici dels tancaments de PVC de tres càmeres i els vidres BE6/13/4 junt amb els voladissos que les protegeixin del sol.

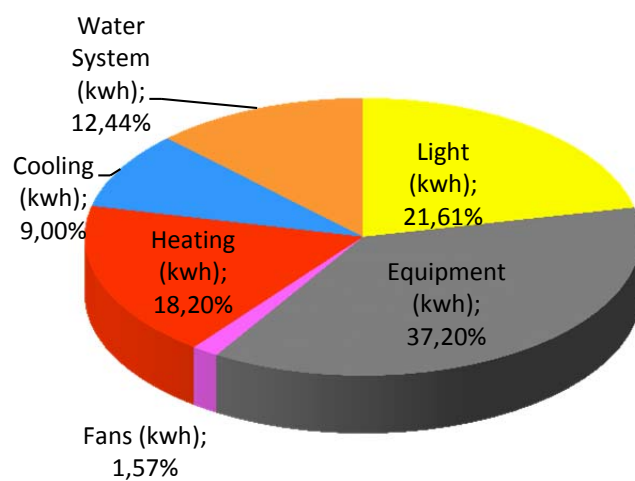
Es realitza l'escenari agafant el model abans emprat a voladissos i se li canvien les finestres, a l'igual que s'ha fet en l'escenari finestres i fusteries. Obtenim un escenari fruit de la combinació dels altres dos.

Results: Overhands + Frame & Divider						
	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)
January	700,16	1170,52	98,31	1606,39	17,52	538,6
February	625,56	1048,97	77,29	1208,42	16,38	484,79
March	680,91	1148,63	56,24	788,47	16,8	444,13
April	644,48	1131,03	39,39	514,94	12,71	272,71
May	658,56	1159,46	16,56	171,84	63,46	281,97
June	633,27	1118,66	17,39	25,01	371,48	272,9
July	668,78	1171,29	46,13	1,14	1196,43	282,02
August	646,03	1147,84	42,74	0,37	1106,18	282,17
September	645,89	1131,05	19,42	32,01	409,81	272,75
October	693,56	1170,52	20,49	220,74	62,81	385,73
November	651,18	1107,58	53,21	722,16	15,81	515,7
December	696,55	1172,08	88,86	1398,54	18,01	538,93
Σ	7944,93	13677,63	576,03	6690,03	3307,4	4572,4
%	21,61%	37,20%	1,57%	18,20%	9,00%	12,44%
						total
						36768,42

Taula 26- Consum energètic de l'escenari Voladissos + Finestres i vidres, font E.P.



Gràfic 17- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari Voladissos més vidres i finestres, font E.P.



Gràfic 18- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari Voladissos més vidres i finestres, font E.P.

Ocasionem un estalvi de 740.89 Kwh anuals

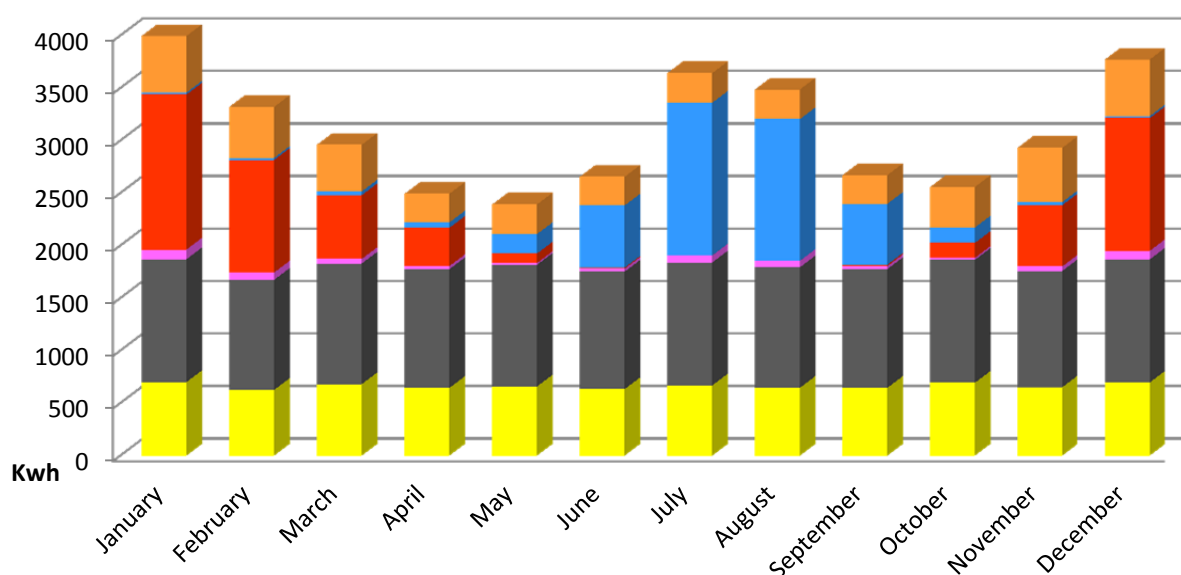
EE5- Addició EPS a coberta

Escenari envoltent 5: aportació d'aïllament a la coberta amb EPS.

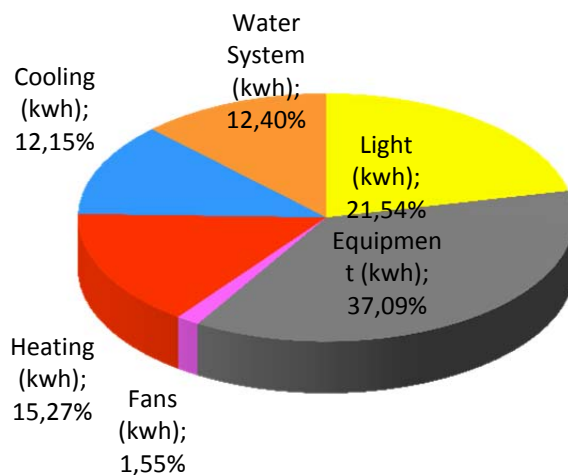
Al igual que en la resta de l'edifici, no existeix cap mètode d'aïllament a la coberta. Existeix una cambra d'aire sota la coberta de recollida d'aigües, en la qual és molt fàcil l'aplicació de una capa de EPS

Results: EPS Roof						
	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)
January	700,16	1170,52	91,38	1476,49	18,49	538,7
February	625,56	1048,97	68,87	1072,69	19,33	484,79
March	680,91	1148,63	42,72	608,42	35,02	444,13
April	644,48	1131,03	28,78	364,93	51,1	272,71
May	658,56	1159,46	15,55	91,26	184,81	282,01
June	633,27	1118,66	28,14	9,89	592,39	272,84
July	668,78	1171,29	65,47	0,56	1454,95	282,01
August	646,03	1147,84	60,88	0,22	1349,85	282,17
September	645,89	1131,05	27,71	14,26	579,84	272,73
October	693,56	1170,52	17,93	143,37	146,58	385,74
November	651,18	1107,58	42,74	583,62	29,72	515,7
December	696,55	1172,08	80,81	1264,39	19,17	538,93
Σ	7944,93	13677,63	570,98	5630,1	4481,25	4572,46
%	21,54%	37,09%	1,55%	15,27%	12,15%	12,40%
						total
						36877,35

Taula 27- Consum energètic de l'escenari addició EPS a coberta, font E.P.



Gràfic 19- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari EPS coberta, font E.P.



Ocasionem un estalvi de 631.96 Kwh anuals

Gràfic 20- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari EPS coberta, font E.P.

EE6- Addició EPS amb ventilació nocturna

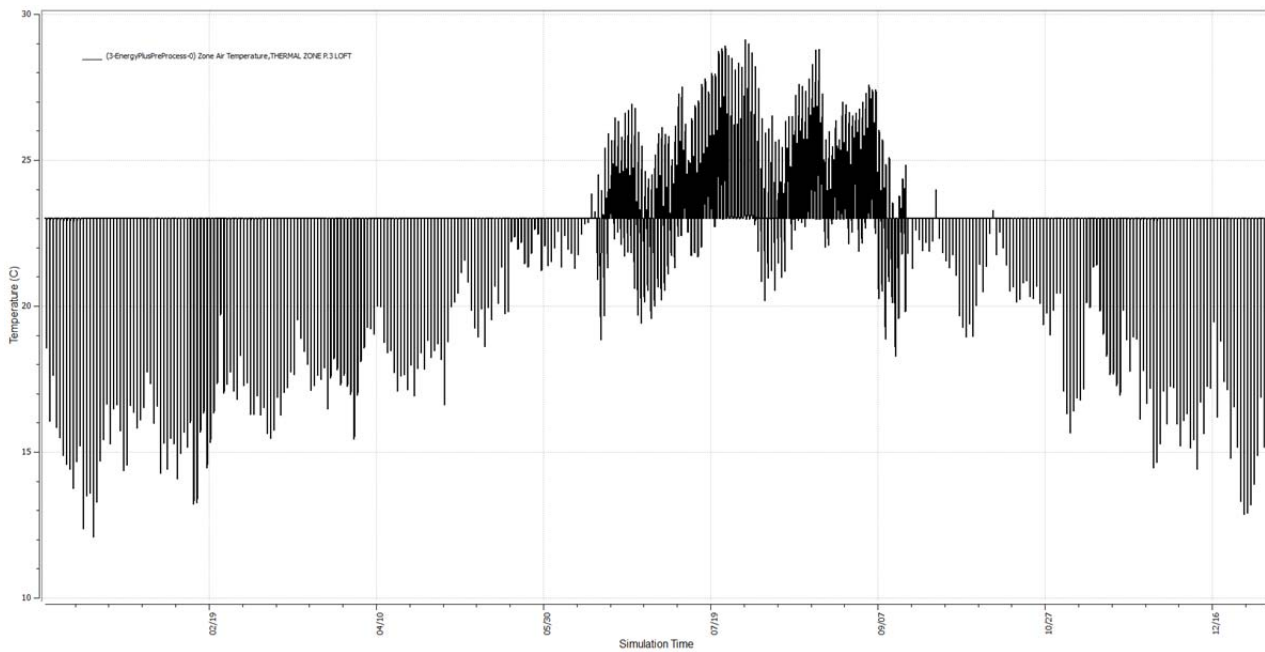
Escenari envoltent 6: combinació d'aïllament EPS a coberta amb ventilació nocturna.

Analitzant els consums detallats de l'escenari anterior, EPS, sobta la dada de refrigeració que es veu molt afectada negativament. El consum es dispara de 3751.82 Kwh a 4481.25 Kwh, un 19.44% més. Això deu ser ocasionat per haver "tancat" l'efecte xemeneia de l'edifici. S'ha col·locat un aïllament en la seva part superior i l'escalfor no aconsegueix escapar. A tot això sumar-li que el veí de la tercera planta té sempre els climes encesos, equips encarregats d'eliminar la calor encapsulada.

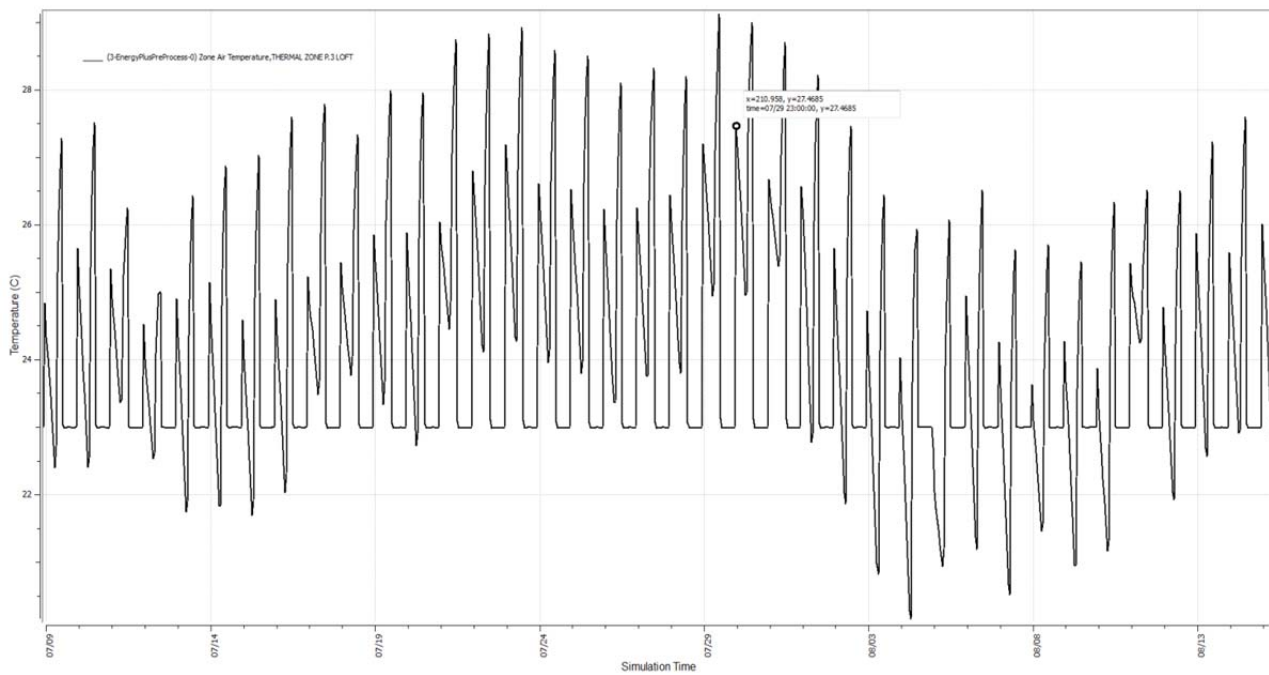
Es proposa intentar implantar un règim de ventilació nocturna en el què les finestres, en època de calor estiguin obertes en règim nocturn per tal de que la calor pugui escapar. S'ha de tenir en compte que els consums haurien de sortir bastant inferiors ja que estem apagant els aparells climatitzadors del 15 de juny al 15 de setembre, de 23 hores fins les 12 hores, de les plantes segona i tercera.

El primer paràmetre a revisar serà si la temperatura de l'interior serà la desitjada pels usuaris, sabent així si seguiran les pautes de funcionament de les condicions de l'escenari. Si els usuaris no tenen unes temperatures de confort no es pot aplicar la mesura per falta de garanties de bon funcionament. En la imatge 32, extreta dels resultats de l'escenari i visualitzats amb *results viewer*, es veu com la temperatura de la tercera planta, a l'estiu es dispara. En la següent imatge, la 33, es veu al detall com la temperatura de la tercera planta pot arribar a 27.46°C a les

23:00 hores. És per tot això que no proposo l'escenari per a la seva valoració econòmica, desestimant-lo ja de la proposta final.



Imatge 32- Gràfic de temperatura de la P.3 a un any, font E.P.



Imatge 33- Gràfic detallat de temperatures màximes, font E.P.

EE7- Coberta vegetal

Escenari envolvent 7: creació de coberta vegetal.

Conegut és el bon funcionament de les cobertes vegetals, i amplia la seva aportació al medi ambient com la reducció de nivells de CO₂ i l'aportació d'humitat als ambients. Es crea un escenari on existeix una coberta vegetal de 30 cm de terra amb una vegetació de 40 cm i un índex foliar, Leaf Area Index (LAI) de 4.9.

El valor d'índex foliar s'ha extret de la thesis de Chen Yu, estudiada a Singapur, on es cataloguen les plantes en funció d'aquest índex.

Chen Yu, "*The intervention of plants in the conflicts between buildings and climate*". Singapore

OS fail- L'entrada de dades des d'OpenStudio dona error. La coberta vegetal es pot generar, però des d'EnergyPlus.

Results:		Vegetation Roof				
	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)
January	700,16	1170,52	85,87	1416,72	20,42	538,6
February	625,56	1048,97	64,5	1022,34	24,8	484,79
March	680,91	1148,63	38,91	554,46	55,49	444,13
April	644,48	1131,03	26,63	326,19	76,65	272,71
May	658,56	1159,46	17,12	75,64	243,81	282,01
June	633,27	1118,66	32,46	8,65	678,4	272,84
July	668,78	1171,29	70,42	0,49	1548,92	282,01
August	646,03	1147,84	65,79	0,21	1443,37	282,17
September	645,89	1131,05	31,22	11,69	652,61	272,73
October	693,56	1170,52	17,9	120,63	186,54	385,74
November	651,18	1107,58	38,97	534,73	42,32	515,7
December	696,55	1172,08	75,53	1206,39	20,66	538,93
Σ	7944,93	13677,63	565,32	5278,14	4993,99	4572,36
%	21,45%	36,93%	1,53%	14,25%	13,49%	12,35%
						total
						37032,37

Taula 28- Consum energètic de l'escenari Coberta Vegetal, font E.P.

Ocasionem un estalvi de 476.94 Kwh anuals.

Tot i tenir també el mateix aïllament EPS per sota de la coberta vegetal, el rendiment és menor que l'escenari EPS sol. La coberta vegetal ens estalvia 476.94 Kwh anuals, mentre la coberta amb EPS ens estalvia 631.96 Kwh anuals.

Sense arribar a calcular quan menors serien les tones de CO₂ associades al consum en l'escenari de coberta vegetal, s'opta per no proposar l'escenari per la seva valoració econòmica, desestimant-lo ja de la proposta final. Degut a la alta complicació constructiva que comporta per a un pitjor rendiment.

EE8- Insuflat càmeres d'aire

Escenari envolvent 8: tractament de façana i mitjanera, addició d'aïllament a la càmera d'aire.

La tipologia constructiva de l'edifici està mancada de cap tipus d'aïllament. Davant aquesta notòria insuficiència s'ha creat un escenari en el què les càmeres d'aire presents a totes les parets seran omplertes amb llana mineral. És un procediment aplicat per la empresa KNAUFF, amb el producte SUPAFIL. Es basa en crear una sèrie de forats a la pell de l'edifici per on insufla la llana de vidre. Tots els detalls es poden consultar a la pagina web:

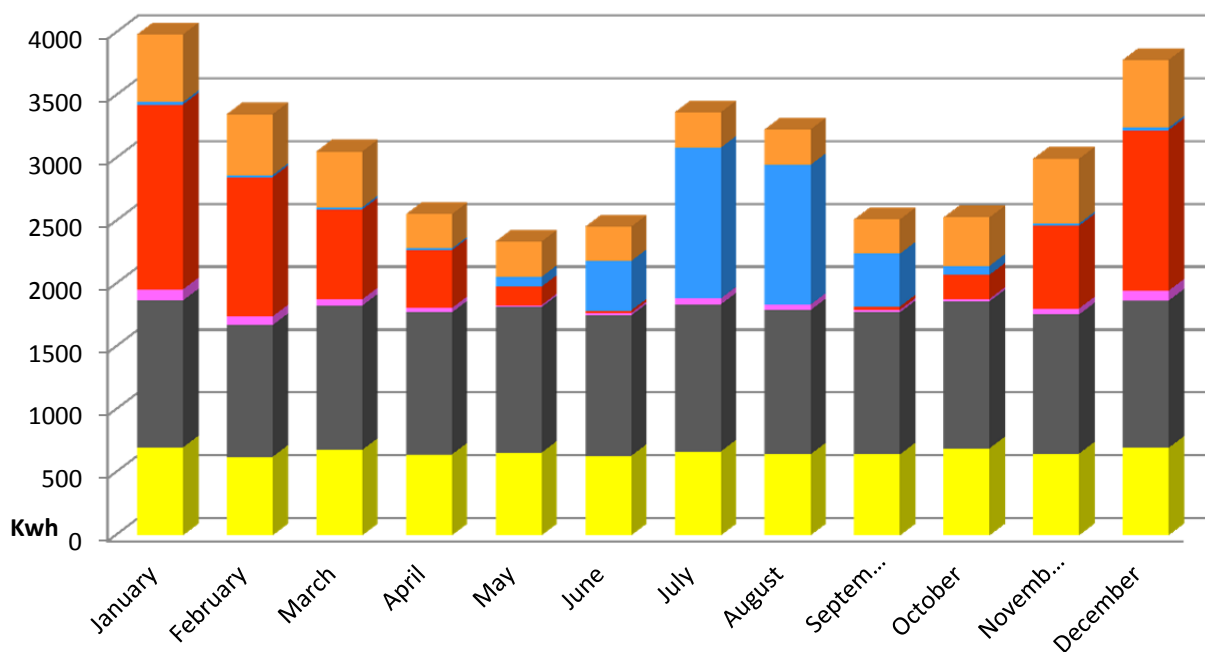
<http://www.knaufinsulation.es/content/aislamiento-inyectado-supafil>

La addició d'aquest material de transmitància tèrmica $U = 0.034 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, fa que el valor U de tot el tancament passi de $1.479 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ a $0.437 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, en un dels exemples.

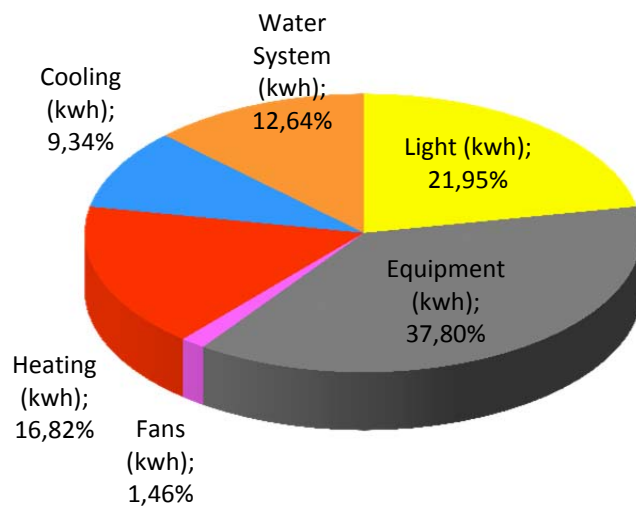
Aquest procediment es veu obligat a comptabilitzar-lo també l'escenari PE2 envà pluvial, degut a què hi ha una part de la paret mitjanera que no presenta envà pluvial. Per a poder insuflar una càmera d'aire, ha d'existir la càmera d'aire.

Results: Breather air chambers						
	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)
January	700,16	1170,52	87,62	1472,1	18,77	538,71
February	625,56	1048,97	68,55	1108,28	17,52	484,79
March	680,91	1148,63	49,76	715,63	17,74	444,13
April	644,48	1131,03	34,53	461,22	13,83	272,7
May	658,56	1159,46	15,13	147,72	77,34	282
June	633,27	1118,66	18,06	21,13	394,08	272,85
July	668,78	1171,29	46,29	0,99	1200,27	282,01
August	646,03	1147,84	43,02	0,48	1112,36	282,17
September	645,89	1131,05	19,45	26,73	420,64	272,73
October	693,56	1170,52	18,52	193,06	70,75	385,73
November	651,18	1107,58	47,37	659,25	17,09	515,7
December	696,55	1172,08	78,97	1278,85	19,3	538,93
Σ	7944,93	13677,63	527,27	6085,44	3379,69	4572,45
%	21,95%	37,80%	1,46%	16,82%	9,34%	12,64%
						total
						36187,41

Taula 29- Consum energètic de l'escenari insuflat càmeres d'aire



Gràfic 21- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari Insuflat càmeres d'aire, font E.P.



Gràfic 22- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari Insuflat càmeres d'aire, font E.P.

Ocasionem un estalvi de 1321.9 Kwh anuals

EE9- Façana integral, ponts tèrmics inclosos

Escenari envoltent 9: aïllament complert de façana.

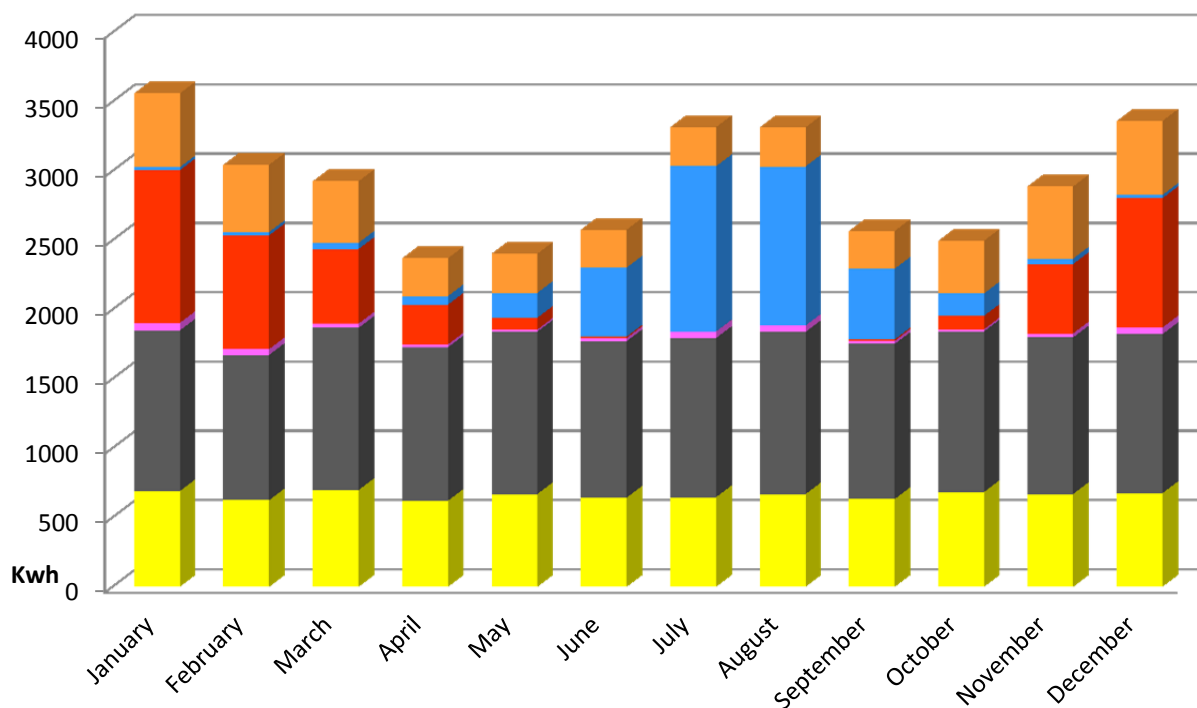
El sistema emprat a l'escenari anterior per a aïllar façana és un sistema amb limitacions, no pot cobrir els ponts tèrmics. Per a la tipologia constructiva de l'edifici, existeixen molts ponts tèrmics en aquest i de gran superfície. A la imatge 14, al capítol V, es poden veure els ponts tèrmics de les parets mitjaneres i de façana.

El sistema creat a l'escenari està conformat per una façana nova trasdosada, aportant en l'espai generat un aïllament a base de XPS de 8 cm de gruix, amb un acabat ceràmic de 4 cm de gruix anclades mecànicament. Les parets mitjaneres tenen el mateix aïllament i estan acabades amb plaques de PVC.

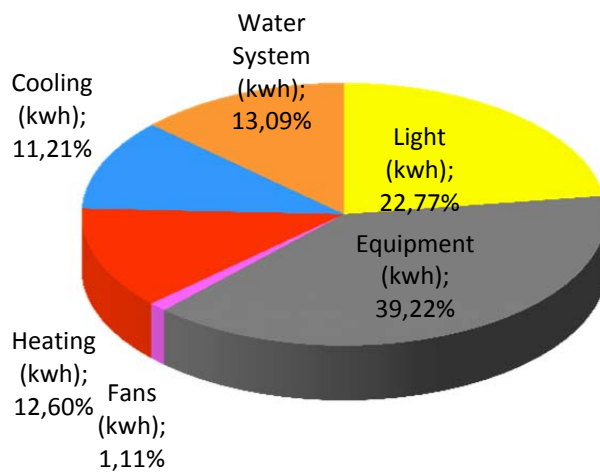
En caràcter orientatiu, els tancament han passat de tenir un valor de transmitància $U=1.479 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ a $0.311 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, aconseguint valors en els ponts tèrmics de $U=1.758 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ a $0.340 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Results: Overhands + Frame & Divider						
	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)
January	690,88	1159,69	53,99	1101,96	22,25	532
February	625,56	1048,97	41,56	821,16	24,2	484,79
March	698,67	1170,52	30,13	538,83	45,08	444,08
April	621,74	1107,58	20,29	287,19	61,99	272,79
May	670,18	1172,08	14,27	85,64	180,2	281,92
June	644,38	1129,49	22,08	10,66	498,37	272,89
July	647,44	1148,63	46,53	0,58	1192,57	282,13
August	668,78	1171,29	45,14	0,48	1148,25	282,01
September	634,26	1119,2	22,26	10,65	509,91	272,81
October	684,28	1159,69	14,56	97,28	161,59	380,52
November	670,34	1130,26	28,77	500,74	39,37	520,83
December	675,88	1147,84	47,09	933,73	23,65	533,8
Σ	7932,39	13665,24	386,67	4388,9	3907,43	4560,57
%	22,77%	39,22%	1,11%	12,60%	11,21%	13,09%
						total
						34841,2

Taula 30- Consum energètic de l'escenari Façana integral, font E.P.



Gràfic 23- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari façana integral, font E.P.



Gràfic 24- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari façana integral, font E.P.

Ocasionem un estalvi de 2668.11 Kwh anuals

Aigua calenta

EAC1- Equipaments individuals mes eficients

Escenari ACS 1: canvi d'equips generadors d'aigua calenta per uns de més eficients.

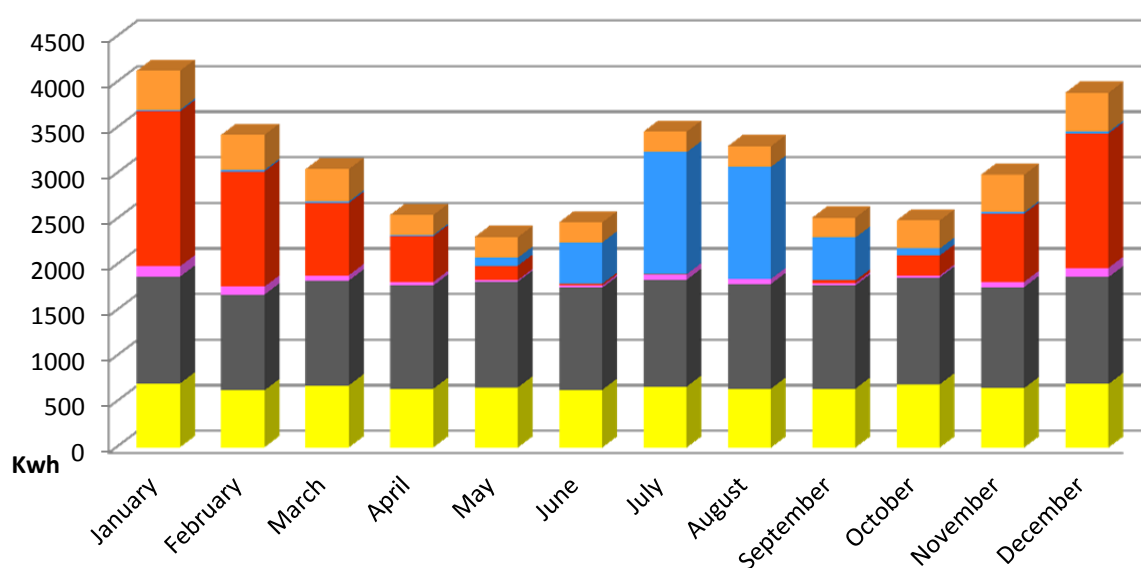
Consta en canviar tots els escalfadors que tenen un baix rendiment, convertint la seva efectivitat en 1. L'escenari es duu a terme en totes les plantes, en el supòsit es canvien els quatre escalfadors per nous d'alt rendiment.

Results:

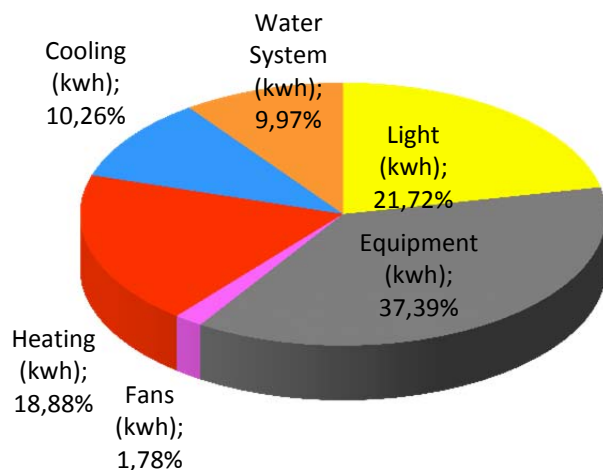
Efficiency Hot Water Heaters

	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)	
January	700,16	1170,52	112,66	1698,93	17,36	427,69	
February	625,56	1048,97	86,52	1262,95	16,31	385,07	
March	680,91	1148,63	58,31	791,8	17,17	353,53	
April	644,48	1131,03	39,17	501,06	14,29	218,56	
May	658,56	1159,46	16,75	157,58	87,25	225,98	
June	633,27	1118,66	22,24	20,77	454,14	218,69	
July	668,78	1171,29	59,32	1,01	1336,27	226,02	
August	646,03	1147,84	54,57	0,31	1227,83	226,15	
September	645,89	1131,05	23,72	30,66	470,32	218,59	
October	693,56	1170,52	21,41	220,07	76,15	307,41	
November	651,18	1107,58	56,94	747,85	16,21	409,85	
December	696,55	1172,08	100,37	1473,78	17,85	427,95	
Σ	7944,93	13677,63	651,98	6906,77	3751,15	3645,49	total
%	21,72%	37,39%	1,78%	18,88%	10,26%	9,97%	36577,95

Taula 18- Consum energètic de l'escenari Equipament individuals més eficients



Gràfic 25- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari equipaments individuals més eficients, font E.P.



Ocasionem un estalvi de 931.36 Kwh anuals

Gràfic 26- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari equipaments individuals més eficients, font E.P.

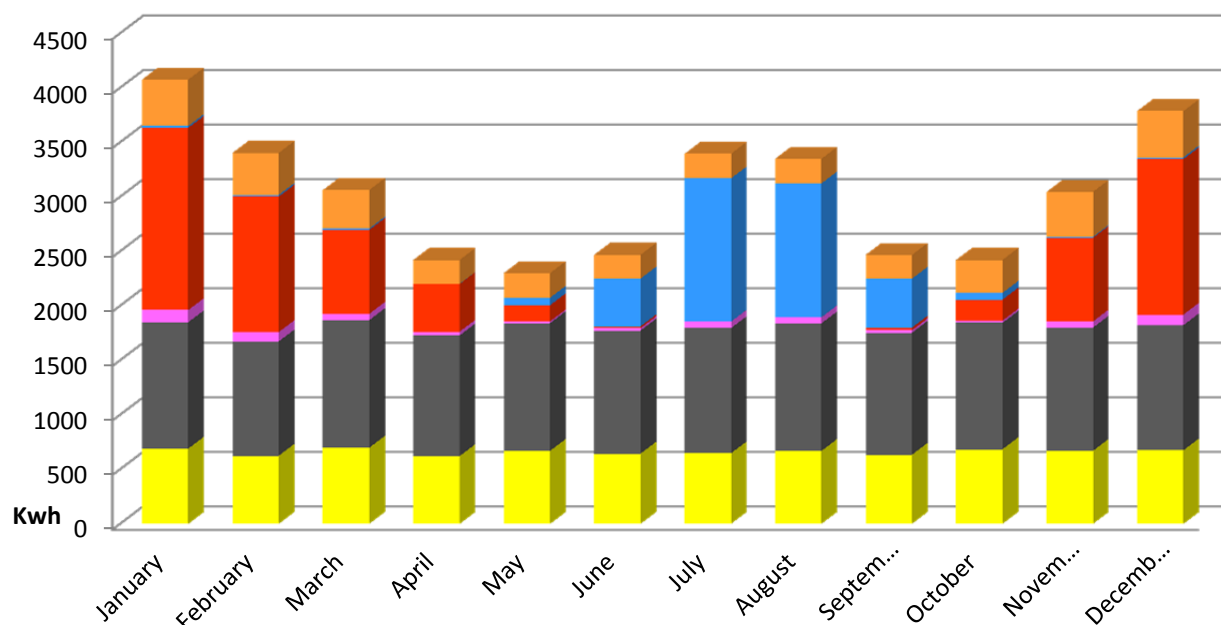
EAC2- Escalfador elèctric central

Escenari ACS 2: substitució d'escalfadors elèctrics individuals per escalfador elèctric central a coberta.

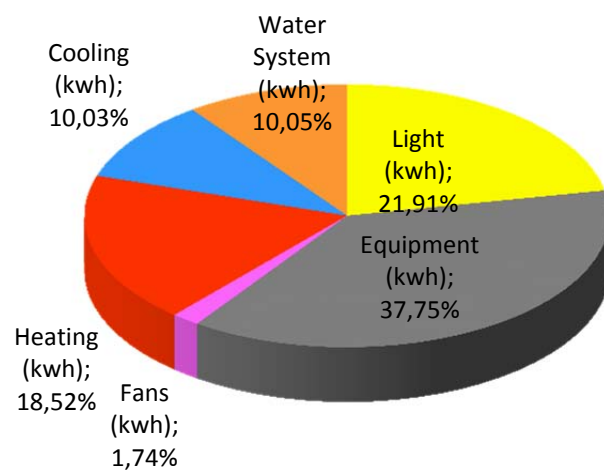
És un escenari molt semblant a l'anterior, però amb un escalfador central ubicat a la coberta de 300 l. de capacitat, d'ús compartit entre tots els veïns.

Results: Hot Water central electric						
	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)
January	690,88	1159,69	111,32	1672,32	16,2	425,4
February	625,56	1048,97	84,55	1243,76	15,4	384,81
March	698,67	1170,52	56,86	770,73	12,01	353,43
April	621,74	1107,58	33,8	437,85	2,13	218,4
May	670,18	1172,08	15,06	149,27	68,62	225,72
June	644,38	1129,49	21,24	16,95	438,31	218,47
July	647,44	1148,63	58,28	0,74	1314,52	225,83
August	668,78	1171,29	54,67	0,35	1228,42	225,78
September	634,26	1119,2	22,27	24,32	449,01	218,45
October	684,28	1159,69	18,72	193,82	61,85	303,14
November	670,34	1130,26	55,57	768,22	8,66	413,33
December	675,88	1147,84	96,46	1427,09	15,82	423,98
Σ	7932,39	13665,24	628,8	6705,42	3630,95	3636,74
%	21,91%	37,75%	1,74%	18,52%	10,03%	10,05%
						total
						36199,54

Taula 32- Consum energètic de l'escenari Equipament Escalfador elèctric central, font E.P.



Gràfic 27- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari Escalfador elèctric central, font E.P.



Gràfic 28- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari Escalfador elèctric central, font E. P.

Ocasionem un estalvi de 1309.77 Kwh anuals

EAC3- Caldera central a gas

Escenari ACS 3: substitució d'escalfadors elèctrics individuals per caldera central amb gas

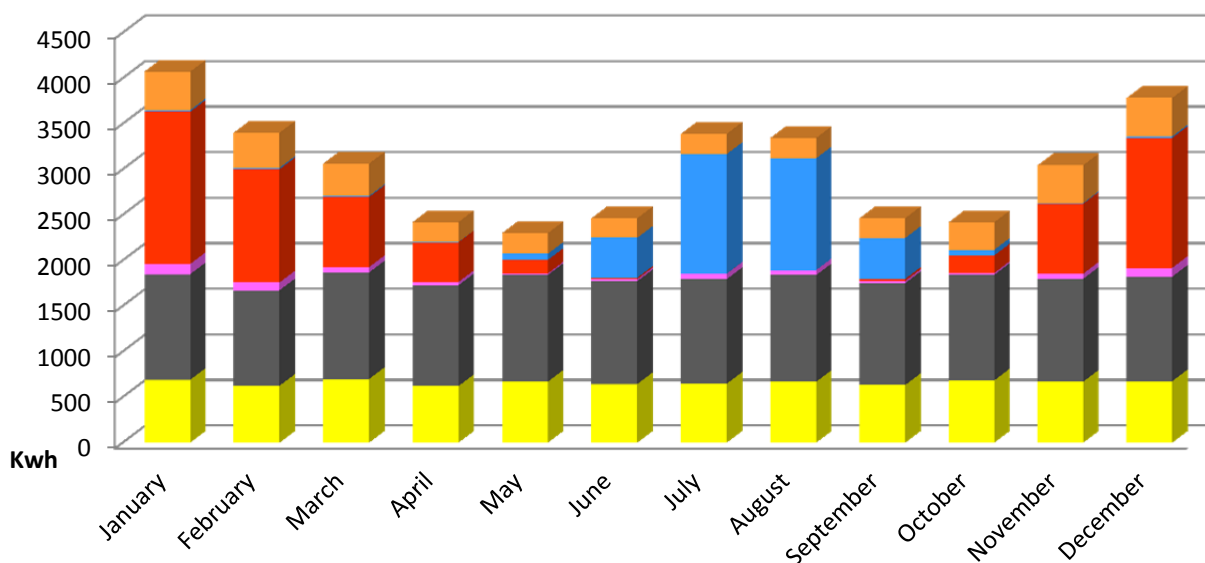
L'escenari creat, preludi d'un intent de centralitzar tota l'aigua calenta en una sola caldera. En el supòsit s'ha creat un circuit comú per a totes les instal·lacions d'aigua calenta sanitària, amb una caldera de gas. Escenari gairebé idèntic a l'anterior, amb la diferència del combustible emprat, en el què es canvia la font d'energia elèctrica pel gas.

Results:

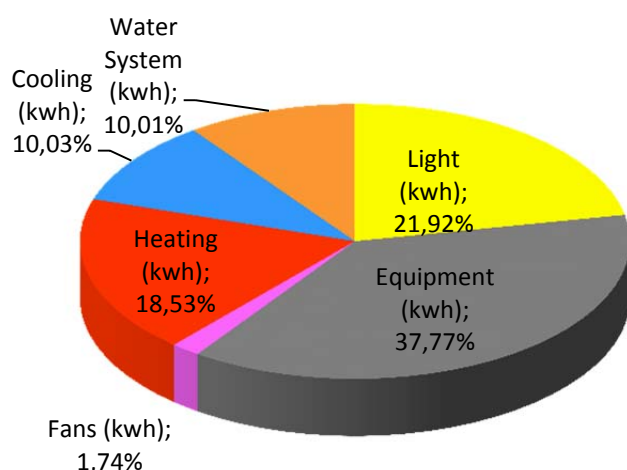
Hot Water central gas

	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)	
January	690,88	1159,69	111,31	1672,36	15,99	423,24	
February	625,56	1048,97	84,55	1243,77	15,39	385,51	
March	698,67	1170,52	56,86	770,73	12	354,89	
April	621,74	1107,58	33,8	437,86	2,13	218,69	
May	670,18	1172,08	15,06	149,27	68,62	225,87	
June	644,38	1129,49	21,23	16,96	438,14	214,1	
July	647,44	1148,63	58,25	0,74	1313,81	221,65	
August	668,78	1171,29	54,65	0,35	1227,9	222,91	
September	634,26	1119,2	22,26	24,32	448,79	216,84	
October	684,28	1159,69	18,72	193,83	61,85	302,5	
November	670,34	1130,26	55,57	768,22	8,63	413,64	
December	675,88	1147,84	96,46	1427,16	15,48	422,45	
Σ	7932,39	13665,24	628,72	6705,57	3628,73	3622,29	total
%	21,92%	37,77%	1,74%	18,53%	10,03%	10,01%	36182,94

Taula 33- Consum energètic de l'escenari Caldera central a gas, font E.P.



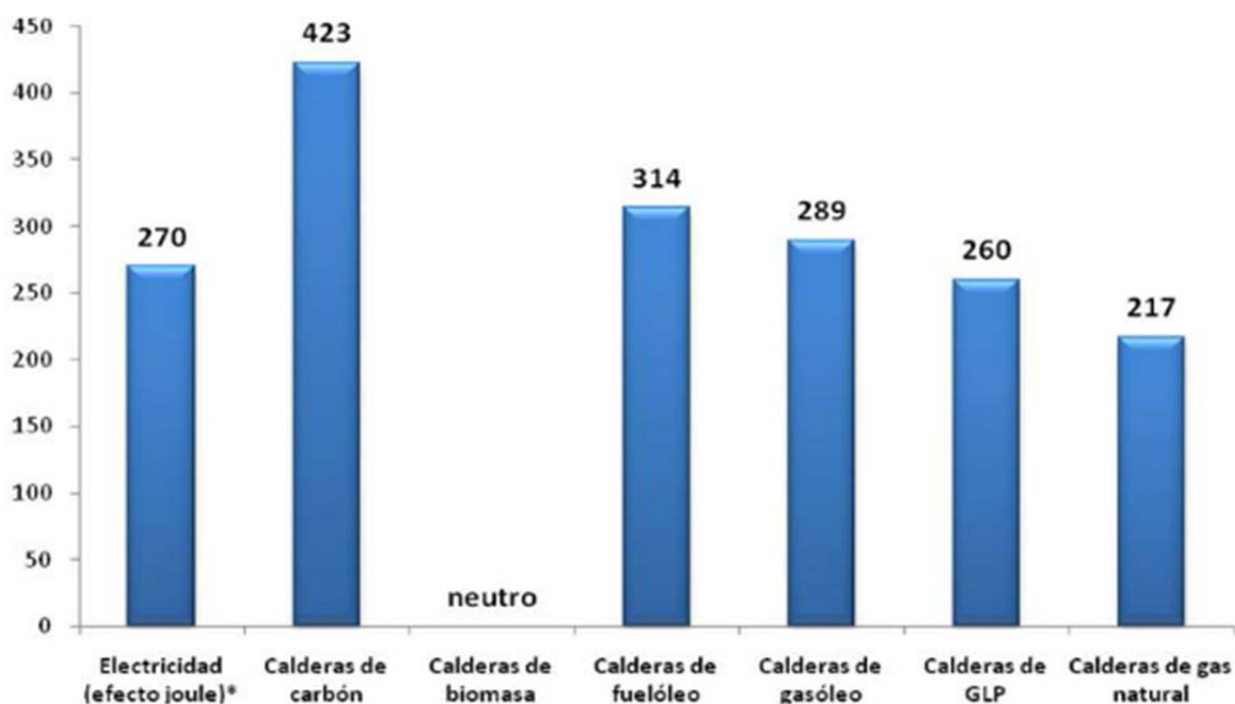
Gràfic 29- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari Caldera central a gas, font E.P.



**Ocasionem un estalvi de
1326.37 Kwh anuals**

Gràfic 30- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari Caldera central a gas, font E.P.

OS fail- No permet l'entrada de combustible biomassa. S'ha intentat introduir aquest combustible, però no té una entrada predefinida. Tot i que el poder calorífic del gas enfront de la biomassa és molt major, les emissions de CO₂ associades són molt menors la font de biomassa.



Imatge 34- Emissions de CO₂ (g CO₂/kWh útil generat), font Datos del mix eléctrico de 2010 del IDAEA

Tipo de combustible		PCI (GJ/t)	PCI (kWh/Kg)	PCI (kcal/Kg)	PCI (tep/t)	PCI (tep/miles de litros)	PCS (MJ/Nm ³)	PCS (kcal/Nm ³)
Petróleo y productos petrolíferos	Petróleo Bruto	42,55	11,82	10.190	1,0190			
	Materias primas de refinería	39,88	11,08	9.550	0,9550			
	GLP	45,89	12,75	10.990	1,0990			
	Propano	46,20	12,83	11.063	1,1063		91,27	21.800
	Butano	44,78	12,44	10.723	1,0723		118,49	28.300
	Queroseno	42,89	11,91	10.270	1,0270	0,8244		
	Gasolina	43,89	12,19	10.510	1,0510	0,7752		
	Gasolina aviación	43,89	12,19	10.510	1,0510	0,7357		
	Gasóleo automoción	42,47	11,80	10.170	1,0170	0,8467		
	Otros gasóleos	42,47	11,80	10.170	1,0170	0,8467		
	Fuelóleo	39,88	11,08	9.550	0,9550			
	Alquitrán	39,88	11,08	9.550	0,9550			
	Nafta	43,89	12,19	10.510	1,0510			
	Lubricantes	39,88	11,08	9.550	0,9550			
	Coque de petróleo	31,90	8,86	7.640	0,7640			
	GNL	45,10	12,53	10.800	1,0800			
	Gas natural						40,474	9.667
Gases	Metano	50,00	13,89	11.973	1,1973			
	Etano	47,51	13,20	11.350	1,1350			
	Gas de refinería	49,36	13,71	11.820	1,1820			
	Gas de coquería						19,01	4.540
	Gas de alto horno						2,89	690
	Biogases en general						21,77	5.200
	Biogás pobre						15,51	3.705
	Biogás de vertedero						20	4.775
	Biogás de depuradora						26	6.327
Carbones	Antracita eléctrica	19,23	5,34	4.594	0,4594			
	Antracita industrial	24,40	6,78	5.829	0,5829			
	Antracita otros sectores de consumo final	26,10	7,25	6.235	0,6235			
	Hulla eléctrica	22,60	6,28	5.399	0,5399			
	Hulla coquizable	29,55	8,21	7.059	0,7059			
	Hulla altos hornos	26,20	7,28	6.259	0,6259			
	Hulla industrial	24,10	6,69	5.757	0,5757			
	Hulla otros sectores de consumo final	26,86	7,46	6.417	0,6417			
	Carbón subbituminoso	13,37	3,71	3.194	0,3194			
	Lignito	13,34	3,71	3.195	0,3195			
	Coque de coquería	26,80	3,71	3.195	0,3195			
	Alquitrán de hulla	38,00	3,71	3.195	0,3195			
Biomasa	Biomasa en general	14,12	3,92	3.382	0,3382			
	Leña y ramas	15,87	4,41	3.800	0,3800			
	Leñas tallares	10,44	2,90	2.500	0,2500			
	Leñas de podas	10,44	2,90	2.500	0,2500			
	Leñas de olivos y cultivos agrícolas	10,44	2,90	2.500	0,2500			
	Serrines y virutas	15,79	4,38	3.780	0,3780			
	Cortezas	15,24	4,23	3.650	0,3650			
	Astilla de pino triturada (Humedad <20%)	15,07	4,19	3.608	0,3608			
	Residuos de poda	15,66	4,35	3.750	0,3750			
	Otros reiduos forestales	13,82	3,84	3.310	0,3310			
	Biomasa de la industria forestal	14,60	4,06	3.497	0,3497			
	Biomasa agrícola	12,53	3,48	3.000	0,3000			
	Sarmientos de vid	13,70	3,80	3.280	0,3280			
	Ramilla de uva	12,32	3,42	2.950	0,2950			
	Hueso de aceituna	16,12	4,48	3.860	0,3860			
	Orujillo	15,79	4,38	3.780	0,3780			
	Orujo de uva	13,53	3,76	3.240	0,3240			
	Cáscara de frutos secos	15,49	4,30	3.710	0,3710			
	Cáscara de cereales	13,15	3,65	3.150	0,3150			
	Cáscara de almendra (Humedad <20%)	15,90	4,42	3.808	0,3808			
	Paja de cereales	13,20	3,67	3.160	0,3160			
	Zuro de maíz (Humedad <25%)	16,24	4,51	3.888	0,3888			
	Otros residuos agrícolas	13,82	3,84	3.310	0,3310			
	Poso de café	27,14	7,54	6.500	0,6500			
	Marro de café	25,06	6,96	6.000	0,6000			
	Residuo molienda de café	8,14	2,26	1.950	0,1950			
	Pellets en general	16,45	4,57	3.940	0,3940			
	Pellet de madera (Humedad <15%)	18,04	5,01	4.319	0,4319			
	Carbón vegetal	15,87	4,41	3.800	0,3800			
Biocarburantes ⁽¹⁾	Bioetanol	26,93	7,48	6.449	0,6449	0,5016		
	Biodiesel	36,90	10,25	8.837	0,8837	0,7882		

Imatge 35- Taula de poders calorífics dels combustibles, font IDAE

El poder calorífic del gas és de 9.667 Kcal/Nm³, amb una densitat aproximada de 0.78 Kg/m³. El poder calorífic del gas per cada Kg s'estima de 12.39 Kcal/Kg, mentre que la biomassa ronda les 3 Kcal/Kg, sent els casos extrems de 6, com es pot verificar en la imatge 35.

A nivell de rendiment proposaríem la caldera de gas, però si ens fixem en la imatge 34, podem apreciar la quantitat de CO₂ emès per cada Kwh generat. Segons aquest valor la proposta definida en pro de la sostenibilitat seria la instal·lació de una caldera per biomassa, fet que no ens permet calcular el software.

OS fail- El sistema no permet seleccionar una opció, o només heating o només cooling del sistema de climatització PTHP. Degut a aquesta condició de no poder apagar el heating fa que no es pugui crear l'escenari d'utilització de AACC amb PTHP i calefacció amb radiadors d'aigua calenta. Escenari que hagués sigut immediat després d'aquest per a aprofitar la caldera central de gas o amb biomassa. Tots els intents de fingir un escenari amb el sistema PTHP amb només refrigeració han sigut infructuosos. El sistema no ho permet.

Climatització

EC1- Sistemes d'aire condicionat més eficients

Escenari climatització 1: canvi dels aparells particulars d'aire condicionat per nous de màxima eficiència.

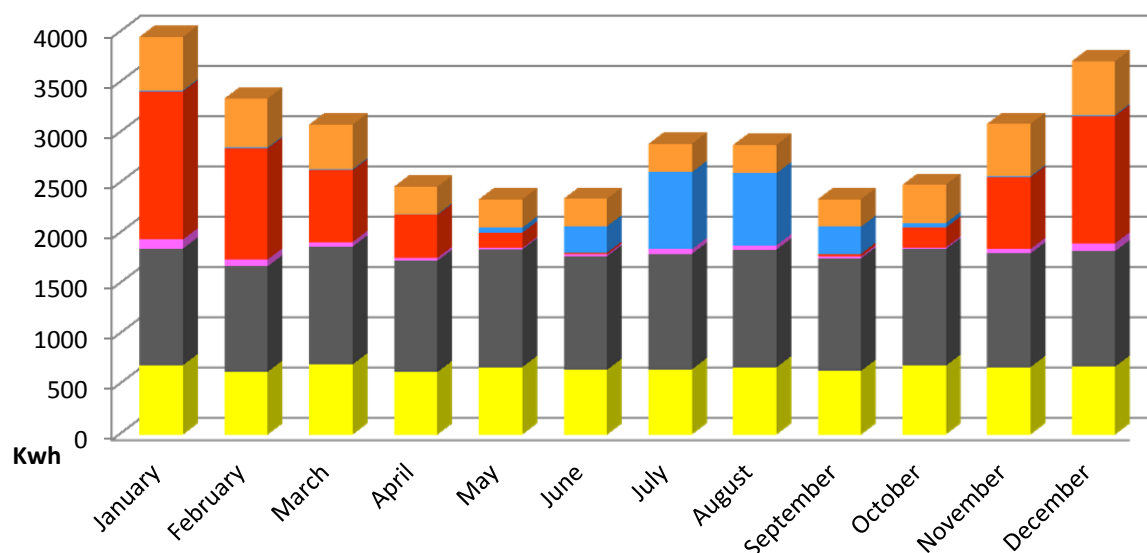
Escenari que contempla el canvi de tots els aparells d'aire condicionat per uns d'alt rendiment, amb d'eficiència energètica A+++ . Es canvien els 7 equips que hi ha a tot el edifici. Tenen uns valors COP de 5.52 i EER de 5.15, els fabrica l'empresa Mitsubishi, el model del link:

http://www.mitsubishielectric.es/aire-acondicionado/producto/gama-domestica/unidades-pared/serie_msz_fh#

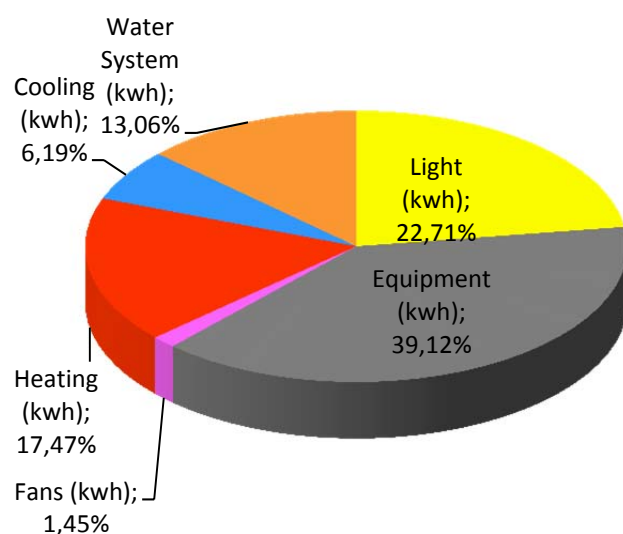
El catàleg es pot trobar als annexes, al capítol IV, documentació.

Results:		Efficiency AACC					
		Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)
January		690,88	1159,69	89,88	1473,29	9,88	531,99
February		625,56	1048,97	67,86	1104,77	9,5	484,79
March		698,67	1170,52	45,2	715,05	10,05	444,08
April		621,74	1107,58	27,64	427,52	8,09	272,76
May		670,18	1172,08	12,72	153,4	48,87	281,93
June		644,38	1129,49	16,63	19,22	262,99	272,86
July		647,44	1148,63	46,73	0,7	765,19	282,12
August		668,78	1171,29	43,63	0,32	714,7	281,99
September		634,26	1119,2	17,58	27,62	268,79	272,82
October		684,28	1159,69	15,68	198,44	45,44	380,52
November		670,34	1130,26	44,47	714,37	10,1	520,83
December		675,88	1147,84	77,66	1268,05	9,91	533,8
Σ		7932,39	13665,24	505,68	6102,75	2163,51	4560,49
%		22,71%	39,12%	1,45%	17,47%	6,19%	13,06%
							total
							34930,06

Taula 34- Consum energètic de l'escenari Sistemes d'aire condicionat més eficients, font E.P.



Gràfic 31- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari Equips climatitzadors nous, fot E.P.



**Ocasionem un estalvi de
2579.25 Kwh anuals**

Gràfic 32- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari Equips climatitzadors nous, fot E.P.

S'ha de tenir en compte que aquesta mesura no és permanent, van perdent eficiència els equips i no es pot parametritzar a OS. S'adapten els valor a valoració econòmica pujant al màxim el valor VAN.

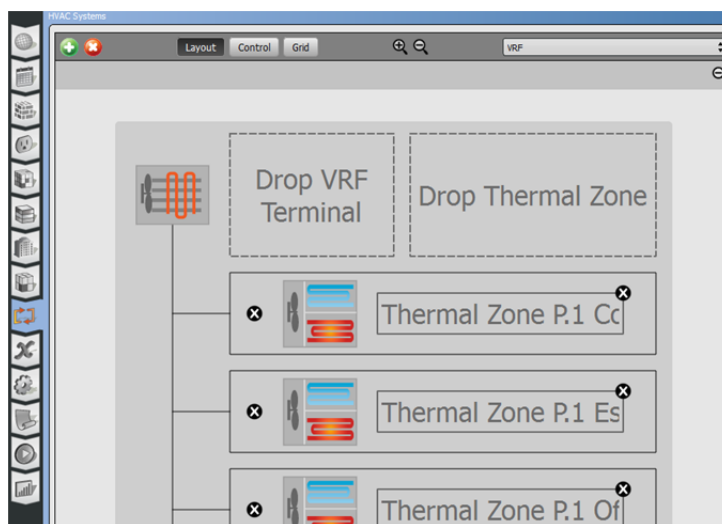
EC2- Clima amb VRF

Escenari climatització 2: implantació d'un sistema VRF, Variable refrigerant flow.

L'escenari simulat inclou un sistema de refrigeració compartit basat en tecnologia VRF. La maquinària inclosa és la mostrada en el link:

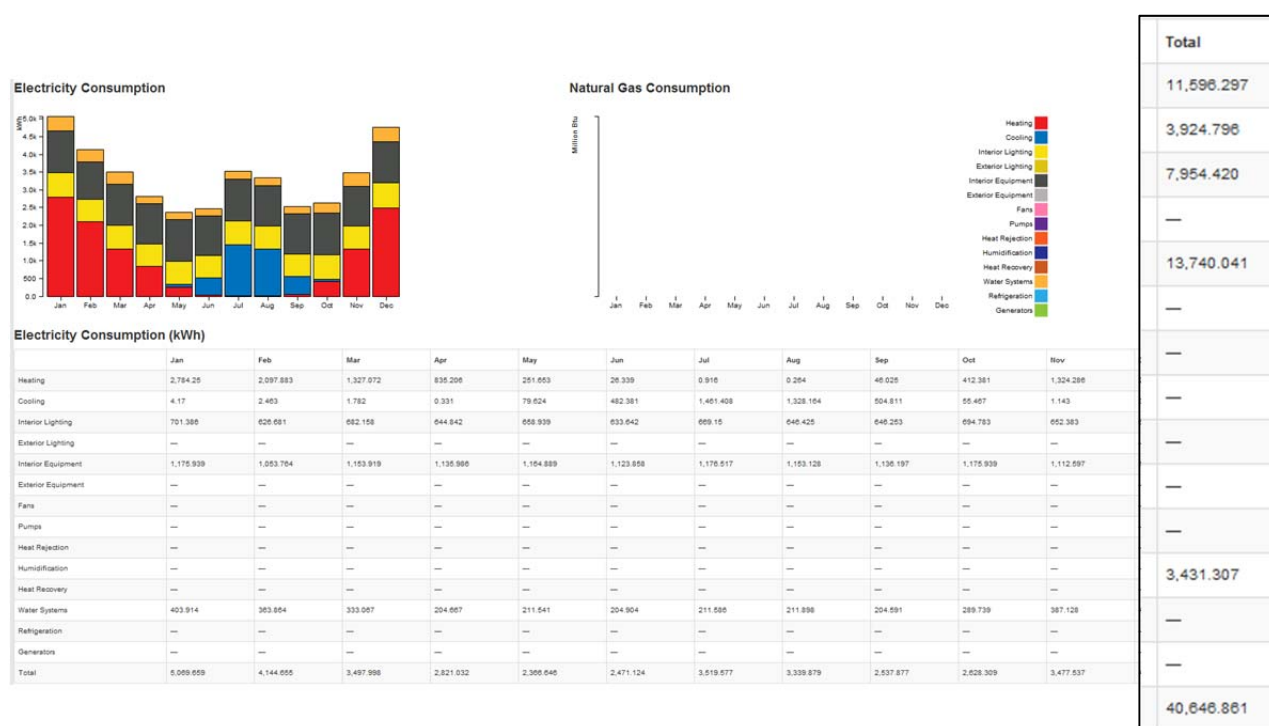
<http://www.mitsubishielectric.es/aire-acondicionado/producto/gama-hybrid-city-multi/udsexterioreshvrf/pury-wp-yjm#>

Es segueix el catàleg de l'empresa Mitsubishi i s'introdueixen les dades, COP de 4.73, EER de 4.67. Els termòstats i horaris de funcionament no han sofert modificacions, així que es mantenen iguals que en model base. Les dades introduïdes a OpenStudio es veuen com a la imatge 36, forma part de un sistema de HVAC. Per poder introduir aquestes maquinaries abans s'ha de treure les existents.



Imatge 36- Detall de la introducció de VRF a HVAC, font E.P.

Lamentablement els resultats no han estat els esperats, ni tan sols després de diversos ajustos. Els primers resultats donaven uns consums altíssims. Després de diferents ajustos, com la introducció d'un correcte COP i EER i maximitzar l'eficiència de tots els components, només s'ha conseguit un consum, encara desmesurat, de 40.646 Kwh com es pot veure a la imatge 37. Resultats obtinguts des d'OpenStudio, sense haver acabat d'introduir els últims retocs a EnergyPlus, moment en què acaba donant valors més elevats. És per això que ja es dona per no viable la instal·lació del sistema de climatització VRF.



Imatge 37- Consum de l'escenari (sense passar per idf) Clima amb VRF, font E.P.

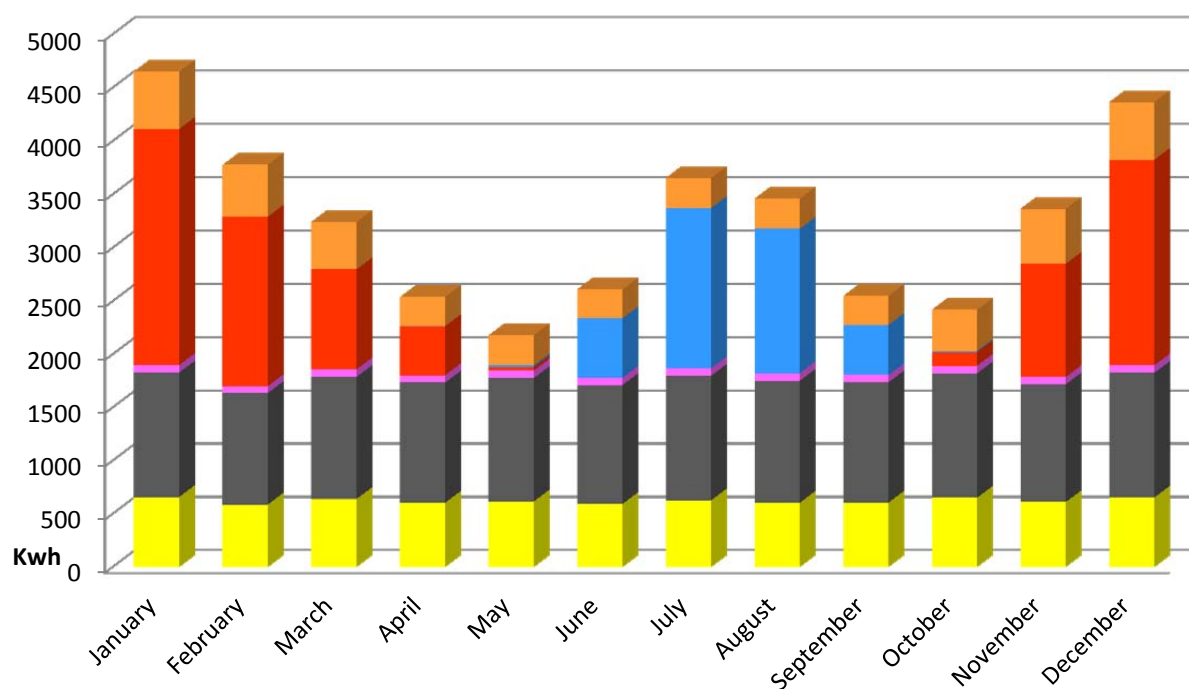
EC3- Clima amb sistema de conducció d'aire

Escenari climatització 3: instal·lació d'un sistema de climatització central distribuït per conducció d'aire.

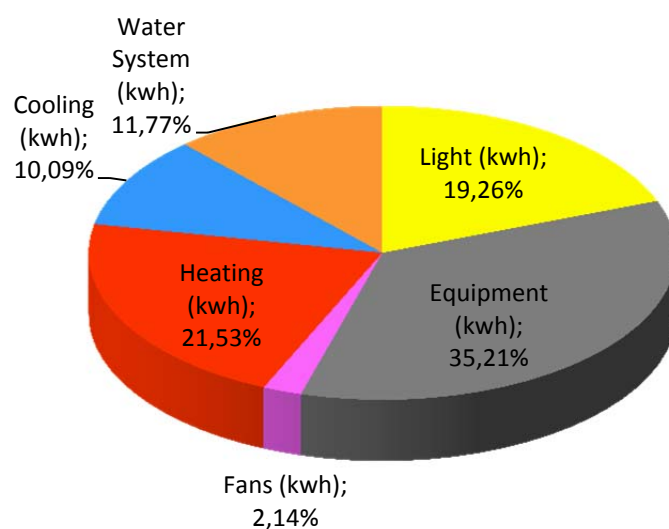
S'incorpora una torre de refrigeració a coberta d'ús compartit entre tots els espais. El sistema de conducció de l'aire és mitjançant conductes, que de ser viable l'operació, es distribuïrien per zones comuns. Les màquines emprades tenen uns valors COP de 4.52 i EER de 4.15

Results:		Baseline model						total
		Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)	
January		661,1	1170,52	70,6	2213,51	0,1	538,7	38845,57
February		590,28	1048,97	63,77	1592,47	0,11	484,86	
March		641,85	1148,63	70,6	939,3	0,2	444,24	
April		606,41	1131,03	68,32	461,99	0,45	272,94	
May		619,22	1159,46	70,6	33,88	16,6	282,2	
June		595,2	1118,66	68,32	0,14	558,29	272,96	
July		629,44	1171,29	70,6	0,02	1504,03	282,04	
August		606,69	1147,84	70,6	0,01	1355,62	282,05	
September		607,82	1131,05	68,32	0,21	470,93	273,02	
October		653,66	1170,52	70,6	128,85	11,78	385,87	
November		612,57	1107,58	68,32	1064,08	0,25	515,78	
December		656,65	1172,08	70,6	1929,16	0,12	539,04	
Σ		7480,89	13677,63	831,25	8363,62	3918,48	4573,7	
%		19,26%	35,21%	2,14%	21,53%	10,09%	11,77%	

Taula 35- Consum energètic de l'escenari Clima amb sistema de conducció d'aire



Gràfic 33- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari Clima amb sistema de conducció d'aire, font E.P.



Gràfic 34- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari Clima amb sistema de conducció d'aire, font E.P.

El consum resultant és major que l'actual, fet pel que es desestima fer la valoració econòmica de l'escenari, no optant ja a la proposta final.

ECiAC1- District heating & Cooling

Escenari on es combina els sistemes de climatització amb els d'ACS, connectats a la xarxa de distribució d'aigua calenta al Poblenou, Districlima.

Aquest hagués estat un escenari molt agradable de simular sabent les bones qualificacions que tenen els edificis que fan ús d'aquests serveis. En aquest barri existeix un circuit de distribució d'energia mitjançant aigua calenta, DISTRICLIMA. En l'escenari s'eliminen tots els equips generadors de calor, tant de l'ACS com els aparells de climatització. Mitjançant un circuit que funciona com intercanviador, connectat a la xarxa de district heating i district cooling, s'aporta fred i calor als circuit distribuïdors de l'edifici.

Os fail- Lamentablement, OpenStudio no permet simular-ho. Per a poder simular *District heating & cooling* haurem d'esperar a noves versions dels software.

Equipaments

PE1- Canvi electrodomèstics planta tercera

Escenari equipaments 1: canvi dels equipaments interns més envellits de l'edifici per altres d'alta eficiència energètica.

Intentar modificar els equipaments interiors, en uns espais on els consumidors d'energia són d'ús minoritari i gairebé particular, és molt difícil d'imposar. No es pot decidir que el conjunt de ordinadors de les plantes baixa i primera s'han de canviar per altres de nous més eficients. L'únic espai on es detecten aparells vells en la seva majoria és a la tercera planta. S'ha identificat els aparells susceptibles de ser substituïts. Els equipaments a renovar serien la rentadora, el rentaplats, la nevera, el forn i el microones.

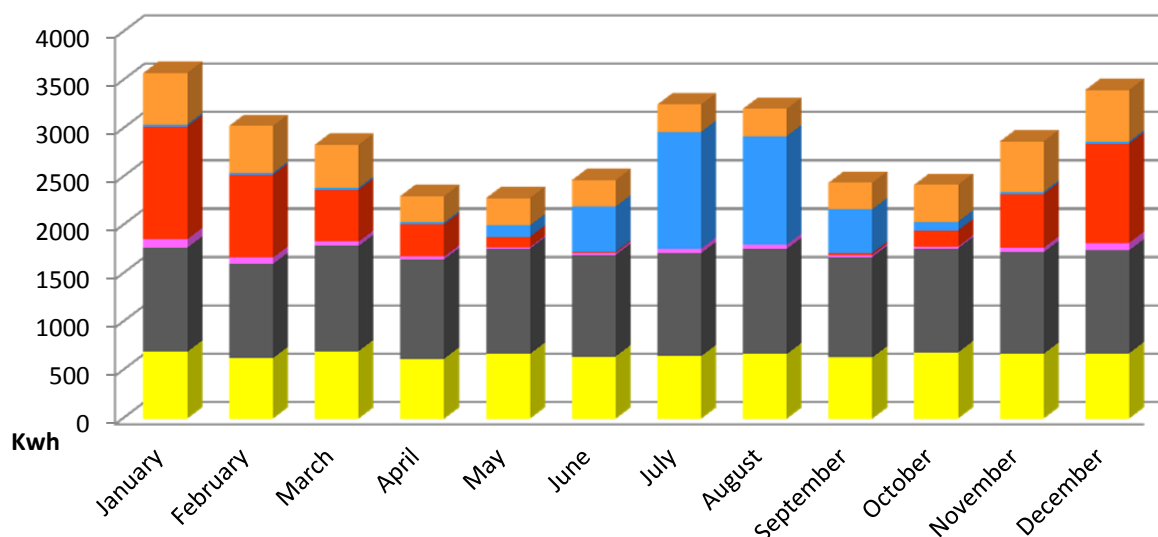
Es fa una aproximació de mínims, sabent que els aparells són ja vells i s'aproximen una eficiència de 0.7. L'aportació d'equipaments amb eficiència de 1 equivaldria un 30% menys de consum. Sabent que no es canviaran tots els equipaments, es relaxa la mesura passant de un 30% a un 20%. Es crea un escenari on es redueix el consum de la tercera planta un 20%. Aquest mètode aproximatiu s'ha emprat degut a què no existeixen mesures exactes dels consums de la tercera planta i la introducció de dades a Open Studio és en un sol equip consumidor d'energia. Amb aquesta inexactitud aplicarem un valor de risc alt a la valoració econòmica.

Results:

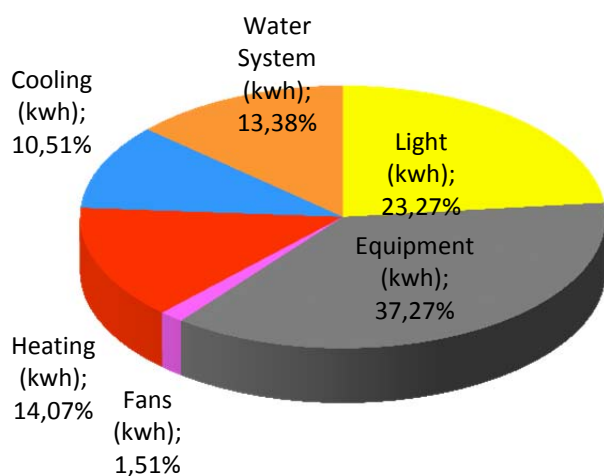
Equipament tercera planta

	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)	
January	690,88	1078,13	86,94	1169,48	20,56	531,99	
February	625,56	975,3	65,65	858,59	19	484,79	
March	698,67	1088,96	44,03	538,81	19,85	444,11	
April	621,74	1028,65	28,12	334,55	19,16	272,82	
May	670,18	1090,52	14,24	108,8	118,43	281,89	
June	644,38	1050,56	20,93	10,83	469,37	272,88	
July	647,44	1067,07	47,12	0,24	1208,74	282,1	
August	668,78	1089,73	44,17	0,2	1122,92	281,95	
September	634,26	1040,27	20,88	20,02	453,78	272,9	
October	684,28	1078,13	18,04	168,47	91,15	380,5	
November	670,34	1051,33	46	558,61	21,19	520,83	
December	675,88	1066,28	77,06	1028,17	20,58	533,8	
Σ	7932,39	12704,93	513,18	4796,77	3584,73	4560,56	total
%	23,27%	37,27%	1,51%	14,07%	10,51%	13,38%	34092,56

Taula 36- Consum de l'escenari Equipaments tercera planta



Gràfic 35- Gràfic de barres del consum energètic de l'escenari Equipament tercera planta, font E.P.



**Ocasionem un estalvi de
3416.75 Kwh anuals**

Gràfic 36- Gràfic circular de consums energètics de l'escenari Equipament tercera planta, font E.P.

Capitol VIII - **VALORACIÓ ECONOMICA DELS ESCENARIS**

Els escenaris son avaluats en funció a la seva viabilitat econòmica, aquest és un terme, lamentablement, de major importància que el energètic avui dia. És molt improbable que intervinguem un espai si no es per tenir un rendiment econòmic, si la energia no costés diners, per molt que contamines, probablement no faríem aquest tipus d'estudis. Poca gent valoraria la importància d'aconseguir edificis que no contaminin el medi ambient.

Els escenaris tenen un cost econòmic dur-los a terme, aquest cost es considera rendible si al cap del temps es retorna amb estalvis energètics equivalent a la inversió. En aquest apartat valoraré aquest escenaris, amb un Excel de creació pròpia, que ens dona tant el payback complex a un període màxim de 40 anys, amb conceptes econòmics associats com el VAN i el TIR.

Payback- període que triga una inversió en ser recuperada.

VAN- valor actual net, es un reflex del valor actual del preu diners en el transcurs dels anys. Serveix per tenir una referencia de un valor a llarg termini. Com norma general es computaria com la pujada del preu del diner o el risc de la inversió.

TIR- taxa interna de rendibilitat, és el índex que reflexa la idoneïtat de la inversió. Si ens dona un valor més baix que el rendiment que en puguem treure en un altre producte financer no ens interessa econòmicament.

Les valoracions econòmiques dels escenaris estan fetes a 40 anys, si el període de retorn esta més enllà d'aquest 40 anys el full de càlcul ens donarà error, determinant així la no idoneïtat del projecte. El valor VAN es seleccionable per el usuari, aconsellant sempre valors entre 3 i 10, sent 10 un període molt inflacionista amb una inversió de molt risc, i sent el valor 3 un reflex de una inversió sense riscos afegits en una economia amb feble creixement. El valor TIR es mostra com a terme fix, és el resultat de la inversió a 40 anys. S'ha de interpretar com si estiguessin els diners en un dipòsit a termini durant 40 anys, el valor resultant seria els interessos anuals aconseguits en un dipòsit, aquest dipòsit està calculat amb un VAN.

En la valoració econòmica 1 del exemple Gestió d'il·luminació de l'escala, es pot veure un exemple del Excel preparat. Introduïm només dades a les caselles grises, preu actual de la energia, consums energètics, pre i post intervenció, preu de la inversió, increment estimat del cost de la energia i el índex VAN.

El preu actual de la energia ha sigut obtingut de la pagina:

http://icaen.gencat.cat/web/.content/03_planificacio_energetica/documents/full_de_preus_energia/arxiu/fullpreu.pdf

El seu valor, impostos inclosos, segon CNMV es de 0.233 €/Kwh. El valor del increment del preu es un altre factor determinant. Les pujades dels preus del corrent elèctric han anat des de el any 2006 fins el 2012 en els valors, 5.28%, 8.9%, 7.66%, 9.6%, 11.3% i 11.9%. A aquest valors s'ha de tenir present que el que va del actual any s'estima ja la pujada en més de un 18% i que la situació del dèficit tarifari farà que la tendència no minori. Per tots aquest factors agafo un valor mig que rondi els 10.37%, però tenint en compte que una pujada tant constant amb un període de gairebé contracció econòmica és gairebé impossible de mantenir durant 40, em mostraré més relaxat, decantant-me pel costat conservador, i rebaixaré el valor a 5%.

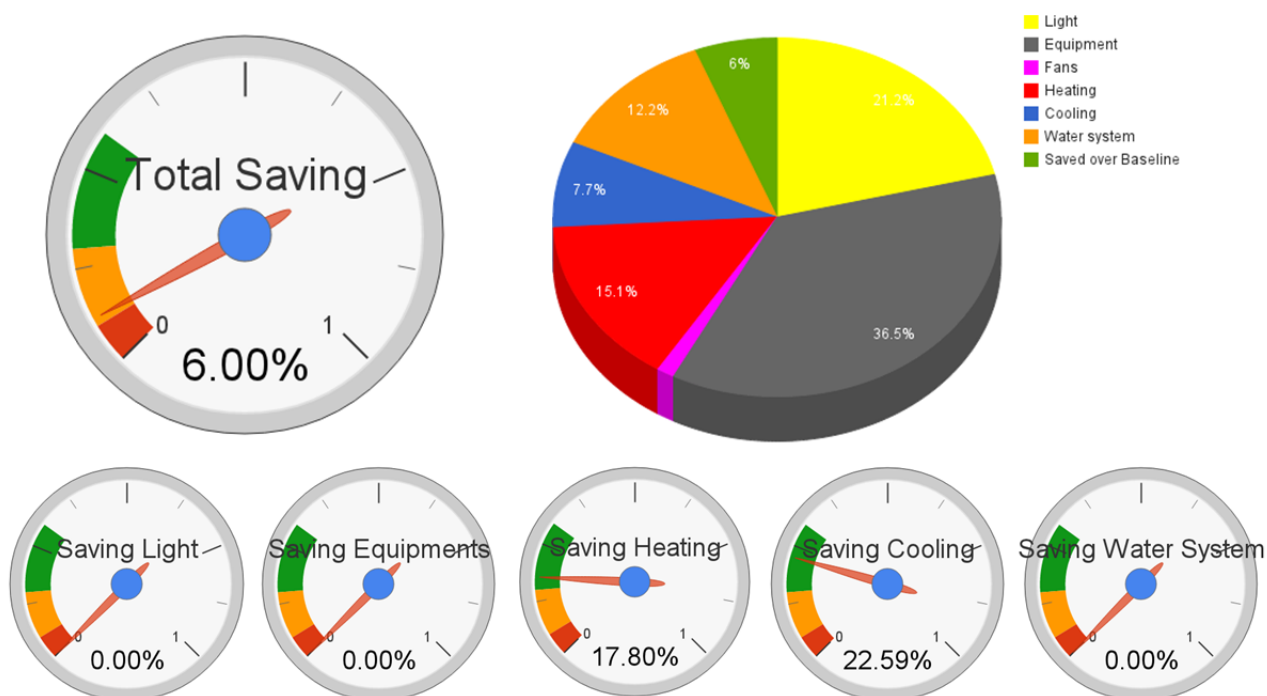
Pel que fa al VAN optaré, pel que he dit que ara ens trobem en un moment d'estancament de l'economia, per models baixos depenent del risc de la inversió, oscil·lant des de 3 fins un 5 com a valor màxim, com a norma general.

Escenaris no intervencionistes

ENI- Termòstat 21-25

Escenari no intervencionista, adequació de termòstat a 21°C a l'hivern i 25°C a l'estiu.

Un cop aplicades les millores a l'escenari, els resultats obtinguts són de:



Gràfic 37- Estalvi energètic de l'escenari termòstat 21-25, font E.P.

Només es recullen fruit als sectors de clima, però importants, un 17.8 en calefacció i 22.59% aire condicionat. Aquesta intervenció no comporta canviar res, pel que no està acompanyada de pressupost, el seu payback és immediat i:

L'operació és totalment recomanable.

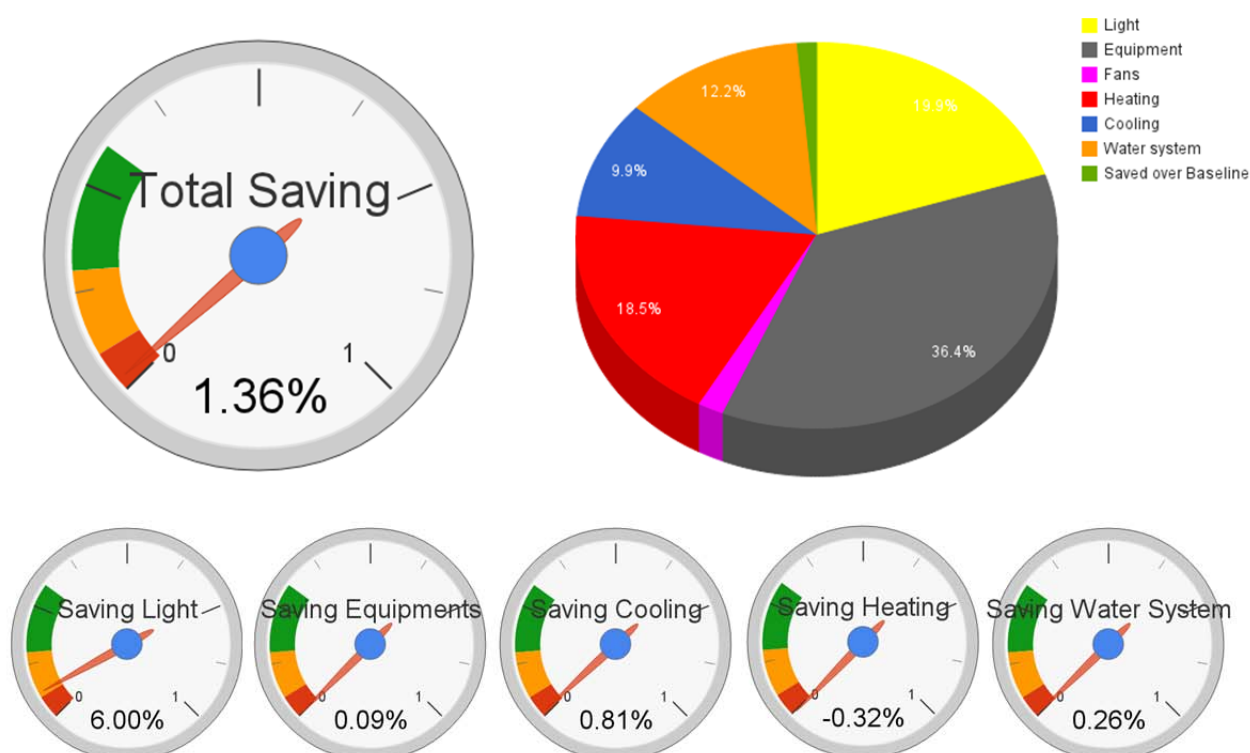
Escenaris intervencionistes

Il·luminació

EL1- Gestió d'il·luminació de l'escala

Escenari il·luminació 1, adequació de l'encesa dels llums de l'escala a lús.

Un cop aplicades les millores a l'escenari, els resultats obtinguts són de:



Gràfic 38- Estalvi energètic de l'escenari Gestió d'il·luminació de l'escala, font E.P.

Un escenari on estalviem un 6.00% del total de la il·luminació consumida, que representa un 1.36% sobre el total anual consumit. Té un pressupost de 61.15€ amb un payback de mig any i un TIR elevadíssim del 203% és:

Una operació totalment recomanada

nº ordre Projecte	Escenari: Instal·lació de pulsador i minuter a escala	preu execució material	
		unitaris	TOTALS
1	Electricitat		
1.1	Instal·lació pulsador		
1.1.1	Oficial 1a electricista MEDICION: 0,15 h	23,11	3,47 €
1.1.2	Ajudant electricista MEDICION: 0,18 h	19,82	3,63 €
1.1.3	Pulsador, de superfície, 10 A 250 V, amb 1 contacte NA, amb tecla MEDICION: 1,00 un	2,05	2,05 €
1.1.4	Part proporcional d'accessoris per a pulsadors MEDICION: 1,00 un	0,35	0,35 €
1.1.5	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra MEDICION: 0,02 %	7,09	0,11 €
	Total PEM: Instal·lació pulsador i temporitzador		9,61 €
1.2	Instal·lació minuter		
1.2.1	Oficial 1a electricista MEDICION: 0,21 h	23,11	4,85 €
1.2.2	Ajudant electricista MEDICION: 0,20 h	19,82	3,96 €
1.2.3	Minuter regulable d'1 a 7 minuts, de dues posicions, permanent i temporitzat, de 16 A, de 1300 W de potència incandescent MEDICION: 1,00 un	23,68	23,68 €
1.1.4	Part proporcional d'accessoris per a pulsadors MEDICION: 1,00 un	2,08	2,08 €
1.1.5	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra MEDICION: 0,02 %	8,82	0,13 €
	Total PEM: Instal·lació pulsador i temporitzador		34,70 €
	Total PEM		44,31 €
	Despeses generals i benefici industrial 17,00%		7,53 €
	Impostos indirectes 21,00%		9,31 €
	Total pressupost		61,15 €

Pressupost 1- Escenari Gestió d'il·luminació de l'escala, font E.P.

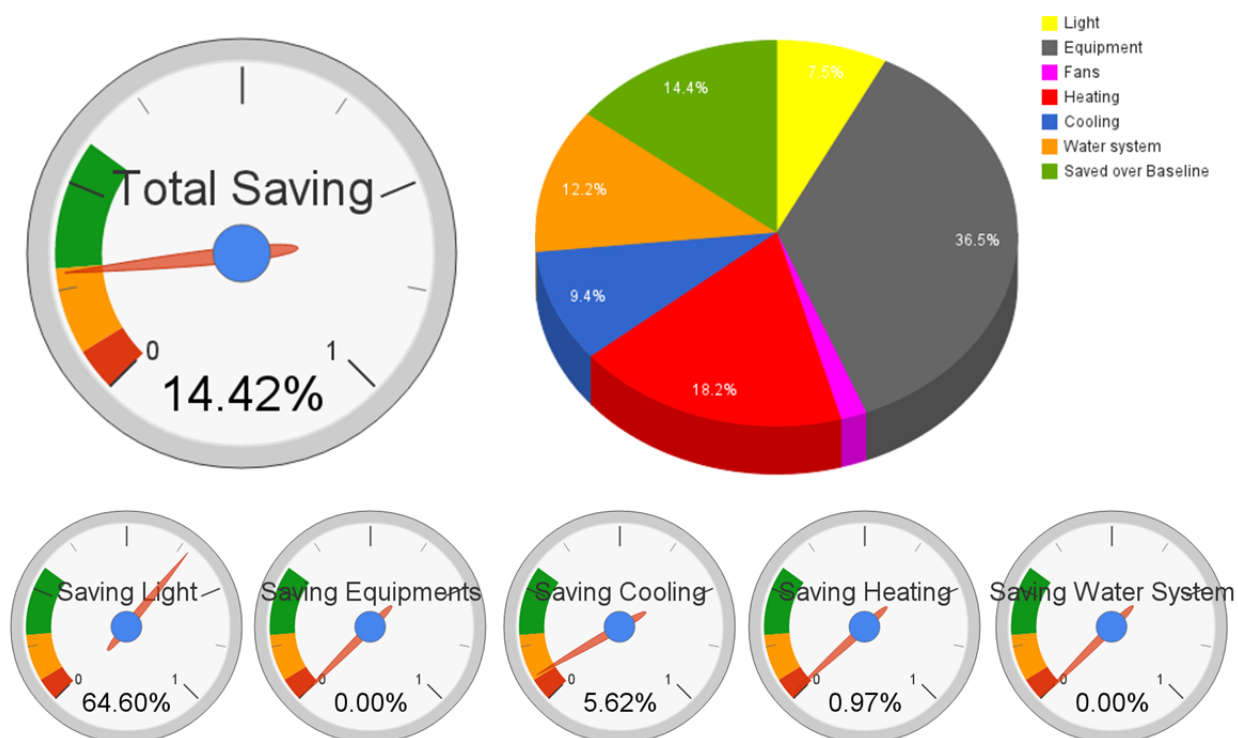
Preu energia (€/kwh)				0,233	€/kwh	
Consum energètic (kwh)				actual	37.509	kwh
				intervingut	36.999	kwh
inversió (€)				61,15	€	
increment cost de la energia (%)				5,0%		
Index VAN (%) 3%<VAN<10%				3,0%		
TIR (%)				203%		
Pay Back (anys)				0,5	anys	
anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-61,15	-61,15
1	0,24	9.176,65	9.051,90	124,75	121,12	59,97 €
2	0,26	9.635,49	9.504,49	130,99	127,18	187,15 €
3	0,27	10.117,26	9.979,72	137,54	133,54	320,68 €
4	0,28	10.623,12	10.478,70	144,42	140,21	460,90 €
5	0,30	11.154,28	11.002,64	151,64	147,22	608,12 €
6	0,31	11.711,99	11.552,77	159,22	154,58	762,70 €
7	0,33	12.297,59	12.130,41	167,18	162,31	925,02 €
8	0,34	12.912,47	12.736,93	175,54	170,43	1.095,45 €
9	0,36	13.558,10	13.373,78	184,32	178,95	1.274,40 €
10	0,38	14.236,00	14.042,47	193,53	187,90	1.462,29 €
11	0,40	14.947,80	14.744,59	203,21	197,29	1.659,59 €
12	0,42	15.695,19	15.481,82	213,37	207,16	1.866,74 €
13	0,44	16.479,95	16.255,91	224,04	217,52	2.084,26 €
14	0,46	17.303,95	17.068,70	235,24	228,39	2.312,65 €
15	0,48	18.169,14	17.922,14	247,01	239,81	2.552,46 €
16	0,51	19.077,60	18.818,25	259,36	251,80	2.804,26 €
17	0,53	20.031,48	19.759,16	272,32	264,39	3.068,65 €
18	0,56	21.033,06	20.747,12	285,94	277,61	3.346,27 €
19	0,59	22.084,71	21.784,47	300,24	291,49	3.637,76 €
20	0,62	23.188,94	22.873,70	315,25	306,07	3.943,82 €
21	0,65	24.348,39	24.017,38	331,01	321,37	4.265,19 €
22	0,68	25.565,81	25.218,25	347,56	337,44	4.602,63 €
23	0,72	26.844,10	26.479,16	364,94	354,31	4.956,94 €
24	0,75	28.186,31	27.803,12	383,19	372,03	5.328,97 €
25	0,79	29.595,62	29.193,28	402,35	390,63	5.719,59 €
26	0,83	31.075,40	30.652,94	422,46	410,16	6.129,75 €
27	0,87	32.629,17	32.185,59	443,59	430,67	6.560,42 €
28	0,91	34.260,63	33.794,87	465,77	452,20	7.012,61 €
29	0,96	35.973,66	35.484,61	489,05	474,81	7.487,42 €
30	1,01	37.772,35	37.258,84	513,51	498,55	7.985,97 €
31	1,06	39.660,96	39.121,78	539,18	523,48	8.509,45 €
32	1,11	41.644,01	41.077,87	566,14	549,65	9.059,10 €
33	1,17	43.726,21	43.131,77	594,45	577,13	9.636,23 €
34	1,22	45.912,52	45.288,35	624,17	605,99	10.242,22 €
35	1,29	48.208,15	47.552,77	655,38	636,29	10.878,51 €
36	1,35	50.618,56	49.930,41	688,15	668,10	11.546,62 €
37	1,42	53.149,49	52.426,93	722,55	701,51	12.248,13 €
38	1,49	55.806,96	55.048,28	758,68	736,58	12.984,71 €
39	1,56	58.597,31	57.800,69	796,62	773,41	13.758,12 €
40	1,64	61.527,17	60.690,73	836,45	812,08	14.570,21 €

Valoració econòmica 1- Escenari Gestió d'il·luminació de l'escala, font E.P.

EL2- il·luminació led

Escenari il·luminació 2, canvi de tecnologies obsoletes a tecnologia led.

Un cop aplicades les millores a l'escenari, els resultats obtinguts són de:



Gràfic 39- Estalvi energètic de l'escenari II-luminació led, font E.P.

Un escenari on s'estalvia el 64.6% de tot el consum d'il·luminació, un 14.42% respecte el total. On el total de la intervenció que té un import de 2623.35€, el payback es troba a 2 anys, amb un TIR acumulat del 54% és:

Una operació totalment recomanada

nº ordre	Projecte	Escenari: Canvi lampades tot edifici	preu execució material	
			unitaris	TOTALS
1	Electricitat			
1.1	Desmuntatge per a substitució de llumenera decorativa interior, equipada amb làmpades incandescents fluorescents o halògenes, muntada superficialment sobre paraments verticals o horitzontals, a una alçària de 3 m com a màxim, amb mitjans manuals i càrrega manual de runa sobre camió o contenidor			
1.1.1	Oficial 1a electricista			
		Medició: 0,10 h 117,00 un	23,11	270,39 €
1.1.2	Ajutant electricista			
		Medició: 0,10 h 117,00 un	19,82	231,89 €
1.1.3	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra			
		Medició: 0,02 % 117,00 un	4,29	7,53 €
1.2	Llumenera industrial sense difusor ni reflector, de forma rectangular, amb xassís de planxa d'acer perfilat, muntada superficialment a paret.			
1.2.1	Oficial 1a electricista			
		Medició: 0,20 h 4,00 un	23,11	18,49 €
1.2.2	Ajutant electricista			
		Medició: 0,20 h 4,00 un	19,82	15,86 €
1.2.3	Llumenera industrial sense difusor ni reflector, de forma rectangular, amb xassís de planxa d'acer perfilat.			
		Medició: 4,00 un	21,30	85,20 €
1.2.4	Part proporcional d'accessoris de llumeneres industrials amb tubs fluorescents			
		Medició: 4,00 un	1,32	5,28 €
1.2.5	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra			
		Medició: 0,02 h 4,00 un	8,59	0,52 €
	Total PEM: Canvi lampades tot edifici			635,15 €
1.3	Lampades i material			
1.3.1	Làmpara LED GU10 60º 3W			
		Medició: 48,00 un	2,95	141,60 €
1.3.2	Tubo LED 600mm Cabeza Rotatoria Blanco Neutro 11W			
		Medició: 7,00 un	9,95	69,65 €
1.3.3	Tubo LED 1200mm Cabeza Rotatoria Blanco Neutro 28W			
		Medició: 20,00 un	28,95	579,00 €
1.3.4	Bombilla LED E27 6W			
		Medició: 16,00 un	3,95	63,20 €
1.3.5	Bombilla LED E27 12W Aluminio			
		Medició: 7,00 un	7,95	55,65 €
1.3.6	Bombilla LED E27 10W			
		Medició: 8,00 un	5,95	47,60 €
1.3.7	Philips LEDbulb D 18-100W E27 827 A67			
		Medició: 5,00 un	23,49	117,45 €
1.3.8	Philips MASTER LEDspot LV 4-20W MR16			
		Medició: 6,00 un	7,99	47,94 €
1.3.9	Tubo LED 1000mm Blanco Neutro 22W			
		Medició: 4,00 un	23,95	95,80 €
	Total PEM: Canvi lampades tot edifici			1.217,89 €
	Total PEM			1.853,04 €
		Despeses generals i benefici industrial 17,00%		315,02 €
		Impostos indirectes 21,00%		455,29 €
	Total pressupost			2.623,35 €

Pressupost 2- Escenari II-luminació led, font E.P.

Preu energia (€/kwh)		0,233	€/kwh
Consum energètic (kwh)	actual	37.509	kwh
	intervingut	32.100	kwh
inversió (€)		2.623,35	€
increment cost de la energia (%)		5,0%	
Index VAN (%) 3%<VAN<10%		3,0%	
TIR (%)		54%	
Pay Back (anys)		2,0	anys

anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-2.623,35	-2.623,35
1	0,24	9.176,65	7.853,27	1.323,39	1.284,84	-1.338,51 €
2	0,26	9.635,49	8.245,93	1.389,56	1.349,08	10,58 €
3	0,27	10.117,26	8.658,22	1.459,03	1.416,54	1.427,12 €
4	0,28	10.623,12	9.091,14	1.531,99	1.487,37	2.914,48 €
5	0,30	11.154,28	9.545,69	1.608,59	1.561,73	4.476,22 €
6	0,31	11.711,99	10.022,98	1.689,02	1.639,82	6.116,04 €
7	0,33	12.297,59	10.524,13	1.773,47	1.721,81	7.837,85 €
8	0,34	12.912,47	11.050,33	1.862,14	1.807,90	9.645,75 €
9	0,36	13.558,10	11.602,85	1.955,25	1.898,30	11.544,05 €
10	0,38	14.236,00	12.182,99	2.053,01	1.993,21	13.537,26 €
11	0,40	14.947,80	12.792,14	2.155,66	2.092,87	15.630,13 €
12	0,42	15.695,19	13.431,75	2.263,44	2.197,52	17.827,65 €
13	0,44	16.479,95	14.103,34	2.376,61	2.307,39	20.135,04 €
14	0,46	17.303,95	14.808,50	2.495,44	2.422,76	22.557,80 €
15	0,48	18.169,14	15.548,93	2.620,22	2.543,90	25.101,70 €
16	0,51	19.077,60	16.326,37	2.751,23	2.671,10	27.772,80 €
17	0,53	20.031,48	17.142,69	2.888,79	2.804,65	30.577,45 €
18	0,56	21.033,06	17.999,83	3.033,23	2.944,88	33.522,33 €
19	0,59	22.084,71	18.899,82	3.184,89	3.092,13	36.614,46 €
20	0,62	23.188,94	19.844,81	3.344,13	3.246,73	39.861,19 €
21	0,65	24.348,39	20.837,05	3.511,34	3.409,07	43.270,26 €
22	0,68	25.565,81	21.878,90	3.686,91	3.579,52	46.849,78 €
23	0,72	26.844,10	22.972,85	3.871,25	3.758,50	50.608,28 €
24	0,75	28.186,31	24.121,49	4.064,82	3.946,42	54.554,71 €
25	0,79	29.595,62	25.327,56	4.268,06	4.143,75	58.698,45 €
26	0,83	31.075,40	26.593,94	4.481,46	4.350,93	63.049,38 €
27	0,87	32.629,17	27.923,64	4.705,53	4.568,48	67.617,86 €
28	0,91	34.260,63	29.319,82	4.940,81	4.796,90	72.414,77 €
29	0,96	35.973,66	30.785,81	5.187,85	5.036,75	77.451,51 €
30	1,01	37.772,35	32.325,10	5.447,24	5.288,59	82.740,10 €
31	1,06	39.660,96	33.941,36	5.719,61	5.553,01	88.293,11 €
32	1,11	41.644,01	35.638,43	6.005,59	5.830,67	94.123,78 €
33	1,17	43.726,21	37.420,35	6.305,86	6.122,20	100.245,98 €
34	1,22	45.912,52	39.291,37	6.621,16	6.428,31	106.674,29 €
35	1,29	48.208,15	41.255,93	6.952,22	6.749,72	113.424,01 €
36	1,35	50.618,56	43.318,73	7.299,83	7.087,21	120.511,22 €
37	1,42	53.149,49	45.484,67	7.664,82	7.441,57	127.952,79 €
38	1,49	55.806,96	47.758,90	8.048,06	7.813,65	135.766,44 €
39	1,56	58.597,31	50.146,85	8.450,46	8.204,33	143.970,78 €
40	1,64	61.527,17	52.654,19	8.872,99	8.614,55	152.585,32 €

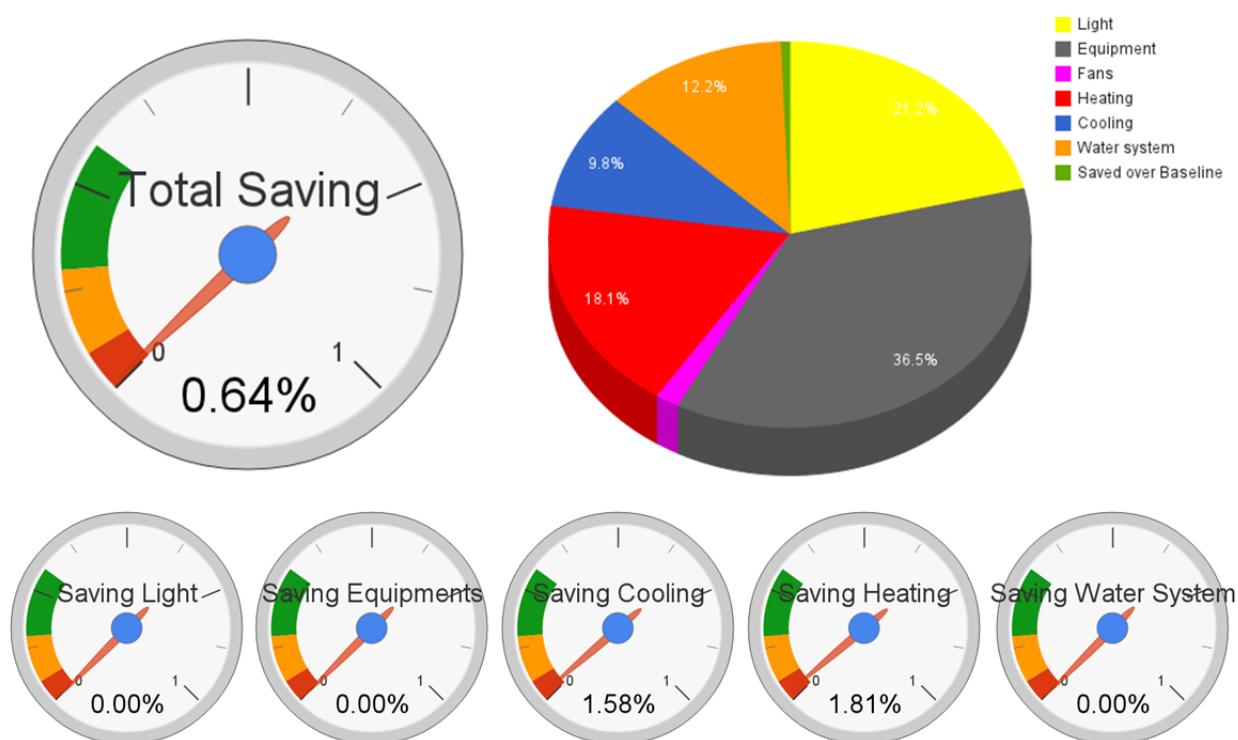
Valoració econòmica 2- Escenari II•luminació led

Envolvent

EE1- Envà pluvial

Escenari envolvent 1, construcció d'envà pluvial allà on no existeix.

Un cop aplicades les millores a l'escenari, els resultats obtinguts són de:



Gràfic 40- Estalvi energètic de l'escenari Envà pluvial, font E.P.

És una mesura que no aporta grans estalvis energètics, un 1.58% en calefacció i un 1.81 en refrigeració. Des del punt de vista dels resultats diríem que és una mesura no gaire mereixedora, però per molt tard que trobem el payback, acaba donant un estalvi energètic com econòmic.

Operació recomanada

nº ordre	Projecte	Escenari: Aixecament envà pluvial	preu execució material	
			unitaris	TOTALS
1	Tancament			
1.1	Muntatge i desmuntatge de bastida amb apuntalament metàl·lic, d'alçària superior a 10 m; m ³			
1.1.1	Oficial 1a			
		Medició: 0,36 h 20,16 m ³	22,36	162,28 €
1.1.2	Manobre			
		Medició: 0,21 h 20,16 m ³	18,68	79,08 €
1.1.3	Bastida de metall, per a 25 usos			
		20,16 m ³	3,30	66,53 €
1.1.2	Grua autopropulsada de 12 t			
		Medició: 0,01 h 20,16 m ³	48,98	9,87 €
1.1.3	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra			
		Medició: 0,02 % 20,16 m ³	11,97	3,62 €
1.2	Envà pluvial de 4 cm de gruix, de maó foradat senzill de 290x140x40 mm, LD, R-, categoria I, segons la norma UNE-EN 771-1, d'una cara vista, col·locat amb morter ciment 1:4; m ²			
1.2.1	Oficial 1a paleta			
		Medició: 0,58 h 47,00 m ²	22,36	609,53 €
1.2.2	Manobre			
		Medició: 0,20 h 47,00 m ²	18,16	170,70 €
1.2.3	Maó foradat senzill de 290x140x40 mm, categoria I, LD, segons la norma UNE-EN 771-1			
		Medició: 22,72 un. 47,00 m ²	0,13	138,83 €
1.2.4	Morter de ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L i sorra, amb 380 kg/m ³ de ciment, amb una proporció en volum 1:4 i 10 N/mm ² de resistència a compressió, elaborat a l'obra			
		Medició: 0,01 m ³ 47,00 m ²	87,71	25,15 €
1.2.5	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra			
		Medició: 0,04 % 47,00 m ²	18,39	34,57 €
	Total PEM			1.300,17 €
	Despeses generals i benefici industrial 17,00%			221,03 €
	Impostos indirectes 21,00%			319,45 €
	Total pressupost			1.840,64 €

Pressupost 3- Escenari Envà pluvial, font E.P.

Preu energia (€/kwh)		0,233	€/kwh
Consum energètic (kwh)	actual	37.509	kwh
	intervingut	37.270	kwh
inversió (€)		1.840,64	€
increment cost de la energia (%)		5,0%	
Index VAN (%) 3%<VAN<10%		3,0%	
TIR (%)		6%	
Pay Back (anys)		19,7	anys

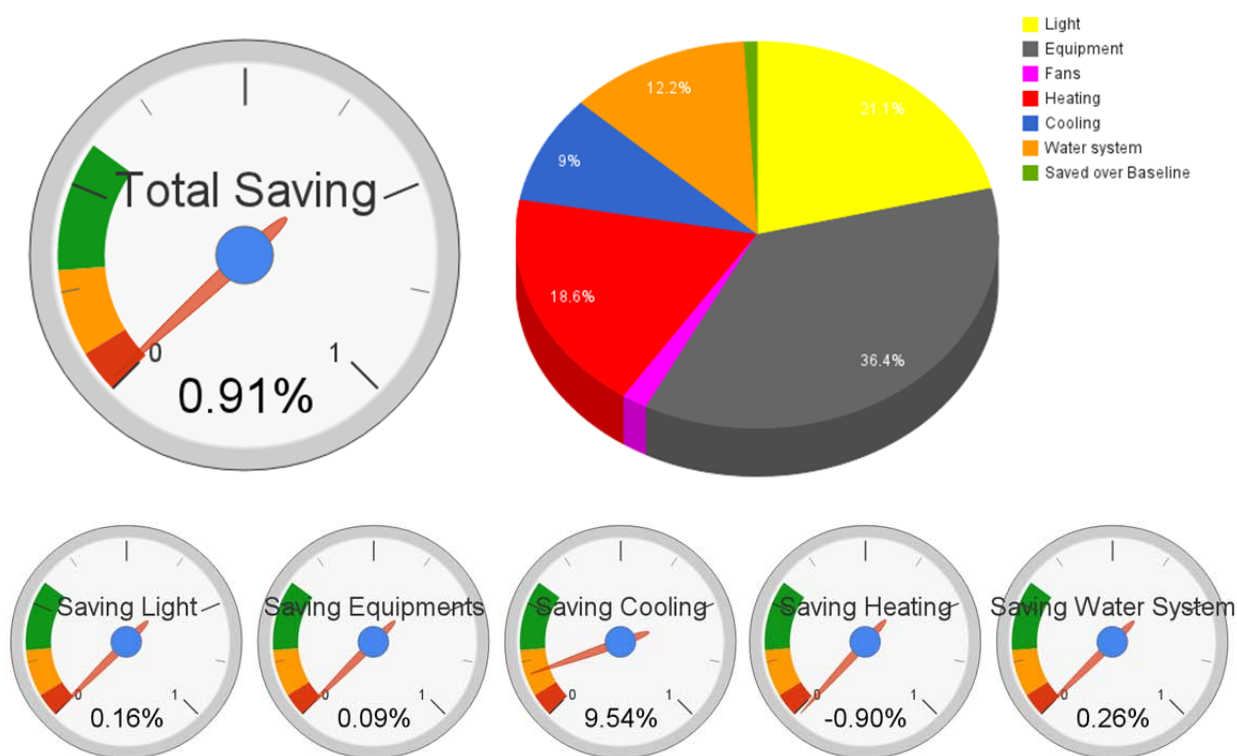
anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-1.840,64	-1.840,64
1	0,24	9.176,65	9.118,11	58,55	56,84	-1.783,80 €
2	0,26	9.635,49	9.574,01	61,47	59,68	-1.724,11 €
3	0,27	10.117,26	10.052,71	64,55	62,67	-1.661,45 €
4	0,28	10.623,12	10.555,35	67,78	65,80	-1.595,64 €
5	0,30	11.154,28	11.083,11	71,16	69,09	-1.526,55 €
6	0,31	11.711,99	11.637,27	74,72	72,55	-1.454,01 €
7	0,33	12.297,59	12.219,13	78,46	76,17	-1.377,83 €
8	0,34	12.912,47	12.830,09	82,38	79,98	-1.297,85 €
9	0,36	13.558,10	13.471,59	86,50	83,98	-1.213,87 €
10	0,38	14.236,00	14.145,17	90,83	88,18	-1.125,69 €
11	0,40	14.947,80	14.852,43	95,37	92,59	-1.033,10 €
12	0,42	15.695,19	15.595,05	100,14	97,22	-935,88 €
13	0,44	16.479,95	16.374,81	105,14	102,08	-833,80 €
14	0,46	17.303,95	17.193,55	110,40	107,18	-726,62 €
15	0,48	18.169,14	18.053,23	115,92	112,54	-614,07 €
16	0,51	19.077,60	18.955,89	121,72	118,17	-495,90 €
17	0,53	20.031,48	19.903,68	127,80	124,08	-371,82 €
18	0,56	21.033,06	20.898,86	134,19	130,28	-241,54 €
19	0,59	22.084,71	21.943,81	140,90	136,80	-104,74 €
20	0,62	23.188,94	23.041,00	147,95	143,64	38,89 €
21	0,65	24.348,39	24.193,05	155,34	150,82	189,71 €
22	0,68	25.565,81	25.402,70	163,11	158,36	348,07 €
23	0,72	26.844,10	26.672,84	171,27	166,28	514,35 €
24	0,75	28.186,31	28.006,48	179,83	174,59	688,94 €
25	0,79	29.595,62	29.406,80	188,82	183,32	872,26 €
26	0,83	31.075,40	30.877,14	198,26	192,49	1.064,75 €
27	0,87	32.629,17	32.421,00	208,17	202,11	1.266,86 €
28	0,91	34.260,63	34.042,05	218,58	212,22	1.479,08 €
29	0,96	35.973,66	35.744,15	229,51	222,83	1.701,90 €
30	1,01	37.772,35	37.531,36	240,99	233,97	1.935,87 €
31	1,06	39.660,96	39.407,93	253,04	245,67	2.181,54 €
32	1,11	41.644,01	41.378,32	265,69	257,95	2.439,49 €
33	1,17	43.726,21	43.447,24	278,97	270,85	2.710,34 €
34	1,22	45.912,52	45.619,60	292,92	284,39	2.994,73 €
35	1,29	48.208,15	47.900,58	307,57	298,61	3.293,34 €
36	1,35	50.618,56	50.295,61	322,95	313,54	3.606,88 €
37	1,42	53.149,49	52.810,39	339,09	329,22	3.936,10 €
38	1,49	55.806,96	55.450,91	356,05	345,68	4.281,78 €
39	1,56	58.597,31	58.223,46	373,85	362,96	4.644,74 €
40	1,64	61.527,17	61.134,63	392,54	381,11	5.025,85 €

Valoració econòmica 3- Escenari Envà pluvial, font E.P.

EE2- Voladissos

Escenari envoltent 2, creació de voladissos damunt de finestres.

Un cop aplicades les millores a l'escenari, els resultats obtinguts són de:



Gràfic 41- Estalvi energètic de l'escenari Voladissos, font E.P.

Ens trobem davant un altre escenari de millores contingudes, un 0.91% sobre el total sembla poc atractiu. Però un 9.54% sobre el consum de refrigeració aquesta converteix en més atractiva. El període de retorn es troba a 20 anys de nou i el import invertit té un TIR a 40 anys del 6%.

Operació recomanada

nº ordre Projecte	Escenari: Protector solar						preu execució material	
							unitaris	TOTALS
1	Marquesina							
1.1	<i>Marquesina per a protecció de balcó, amb estructura de perfils d'acer galvanitzat ancorats amb fixacions mecàniques, recobriments amb perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb 4 nervis separats entre 250 i 270 mm i una alçària entre 40 i 50 mm de 0,6 mm de gruix, amb una inèrcia entre 13 i 21 cm⁴ i una massa superficial entre 5 i 6 kg/m², acabat llis de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782, remat perimetral amb perfil de planxa d'acer galvanitzat i prelacat i folre inferior; m²</i>							
1.1.1	Oficial 1a							
				Medició:	0,50 h	12,77 m ²	22,36	142,77 €
1.1.2	Oficial 1a manyà							
				Medició:	1,50 h	12,77 m ²	22,72	435,20 €
1.1.3	Ajudant manyà							
				Medició:	1,50 h	12,77 m ²	19,93	381,76 €
1.1.4	Tac d'acer de d 10 mm, amb cargol, volandera i femella							
				Medició:	6,00 u	12,77 m ²	0,90	68,96 €
1.1.5	Perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb 4 nervis separats entre 250 i 270 mm i una alçària entre 40 i 50 mm de 0,6 mm de gruix, amb una inèrcia entre 13 i 21 cm ⁴ i una massa superficial entre 5 i 6 kg/m ² , acabat llis de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782							
				Medició:	2,00 m ²	12,77 m ²	7,81	199,47 €
1.1.6	Acer S235JRC segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils conformats en fred sèrie L, U, C, Z i omega, treballat al taller per a col·locar amb cargols i galvanitzat							
				Medició:	4,00 Kg	12,77 m ²	1,42	72,53 €
1.1.7	Vora lliure de planxa d'acer galvanitzat i prelacat de 0,6 mm de gruix, de 35 cm de desenvolupament, com a màxim, amb 4 plecs							
				Medició:	2,00 m	12,77 m ²	9,38	239,57 €
1.1.8	Morter de ciment portland amb filler calcari CEM II/B-L i sorra, amb 250 kg/m ³ de ciment, amb una proporció en volum 1:6 i 5 N/mm ² de resistència a compressió, elaborat a l'obra							
				Medició:	0,01 m ³	12,77 m ²	76,26	9,74 €
1.1.9	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra							
				Medició:	0,03 %	12,77 m ²	75,16	23,99 €
1.2	Muntatge i desmuntatge de bastida amb apuntament metàl·lic, d'alçària superior a 10 m; m³							
1.2.1	Oficial 1a							
				Medició:	0,36 h	20,16 m ³	22,36	162,28 €
1.2.2	Manobre							
				Medició:	0,21 h	20,16 m ³	18,68	79,08 €
1.2.3	Bastida de metall, per a 25 usos							
						20,16 m ³	3,30	66,53 €
1.2.2	Grua autopropulsada de 12 t							
				Medició:	0,01 h	20,16 m ³	48,98	9,87 €
1.2.3	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra							
				Medició:	0,02 %	20,16 m ³	11,97	3,62 €
	Total PEM: Protector solar							1.895,37 €
				Despeses generals i benefici industrial	17,00%			322,21 €
				Impostos indirectes	21,00%			465,69 €
	Total pressupost							2.683,28 €

Pressupost 4- Escenari Voladissos, font E.P.

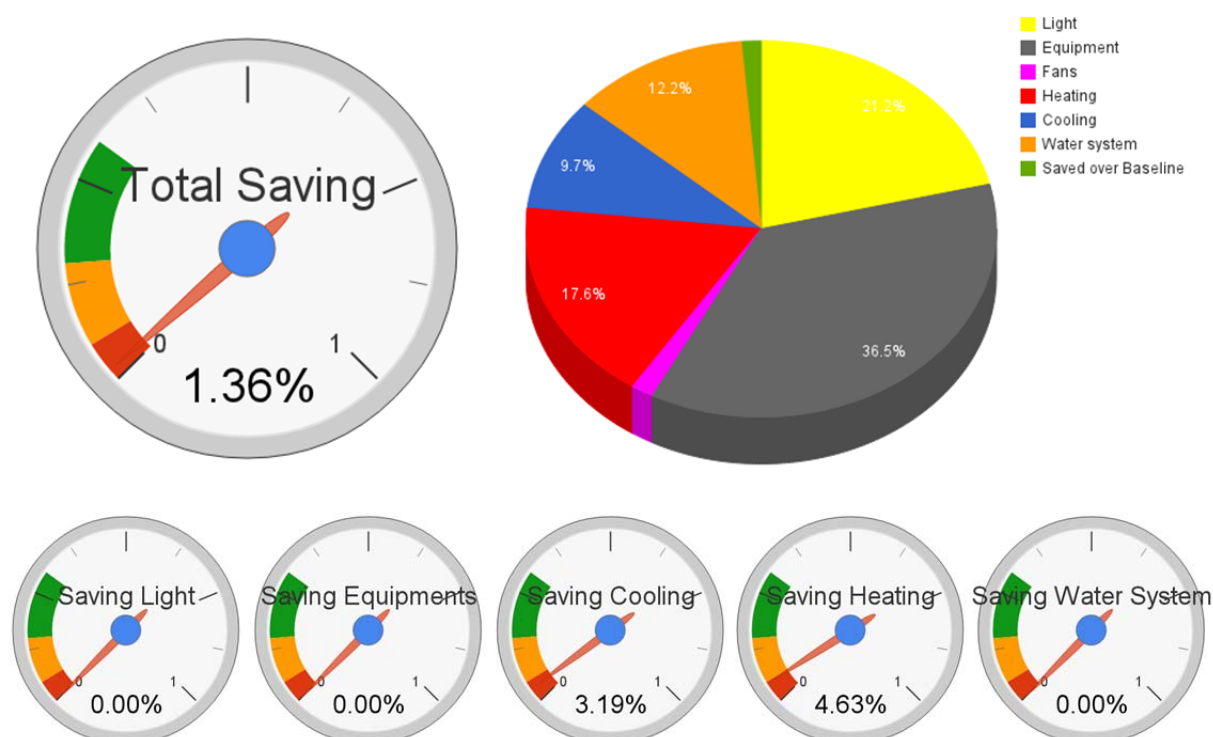
Preu energia (€/kwh)		0,233	€/kwh
Consum energètic (kwh)	actual	37.509	kwh
	intervingut	37.167	kwh
inversió (€)		2.683,28	€
increment cost de la energia (%)		5,0%	
Index VAN (%) 3%<VAN<10%		3,0%	
TIR (%)		6%	
Pay Back (anys)		20,0	anys

anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-2.683,28	-2.683,28
1	0,24	9.176,65	9.092,95	83,70	81,26	-2.602,02 €
2	0,26	9.635,49	9.547,60	87,88	85,32	-2.516,69 €
3	0,27	10.117,26	10.024,98	92,28	89,59	-2.427,10 €
4	0,28	10.623,12	10.526,23	96,89	94,07	-2.333,03 €
5	0,30	11.154,28	11.052,54	101,74	98,77	-2.234,26 €
6	0,31	11.711,99	11.605,17	106,82	103,71	-2.130,54 €
7	0,33	12.297,59	12.185,43	112,17	108,90	-2.021,65 €
8	0,34	12.912,47	12.794,70	117,77	114,34	-1.907,30 €
9	0,36	13.558,10	13.434,43	123,66	120,06	-1.787,24 €
10	0,38	14.236,00	14.106,15	129,85	126,06	-1.661,18 €
11	0,40	14.947,80	14.811,46	136,34	132,37	-1.528,81 €
12	0,42	15.695,19	15.552,04	143,15	138,99	-1.389,83 €
13	0,44	16.479,95	16.329,64	150,31	145,93	-1.243,89 €
14	0,46	17.303,95	17.146,12	157,83	153,23	-1.090,66 €
15	0,48	18.169,14	18.003,43	165,72	160,89	-929,77 €
16	0,51	19.077,60	18.903,60	174,01	168,94	-760,83 €
17	0,53	20.031,48	19.848,78	182,71	177,38	-583,45 €
18	0,56	21.033,06	20.841,21	191,84	186,25	-397,19 €
19	0,59	22.084,71	21.883,28	201,43	195,57	-201,63 €
20	0,62	23.188,94	22.977,44	211,50	205,34	3,72 €
21	0,65	24.348,39	24.126,31	222,08	215,61	219,33 €
22	0,68	25.565,81	25.332,63	233,18	226,39	445,72 €
23	0,72	26.844,10	26.599,26	244,84	237,71	683,44 €
24	0,75	28.186,31	27.929,22	257,09	249,60	933,03 €
25	0,79	29.595,62	29.325,68	269,94	262,08	1.195,11 €
26	0,83	31.075,40	30.791,97	283,44	275,18	1.470,29 €
27	0,87	32.629,17	32.331,56	297,61	288,94	1.759,23 €
28	0,91	34.260,63	33.948,14	312,49	303,39	2.062,62 €
29	0,96	35.973,66	35.645,55	328,11	318,56	2.381,18 €
30	1,01	37.772,35	37.427,83	344,52	334,48	2.715,66 €
31	1,06	39.660,96	39.299,22	361,75	351,21	3.066,87 €
32	1,11	41.644,01	41.264,18	379,83	368,77	3.435,64 €
33	1,17	43.726,21	43.327,39	398,82	387,21	3.822,85 €
34	1,22	45.912,52	45.493,76	418,77	406,57	4.229,41 €
35	1,29	48.208,15	47.768,45	439,70	426,90	4.656,31 €
36	1,35	50.618,56	50.156,87	461,69	448,24	5.104,55 €
37	1,42	53.149,49	52.664,71	484,77	470,65	5.575,21 €
38	1,49	55.806,96	55.297,95	509,01	494,19	6.069,39 €
39	1,56	58.597,31	58.062,85	534,46	518,90	6.588,29 €
40	1,64	61.527,17	60.965,99	561,19	544,84	7.133,13 €

Valoració econòmica 4- Escenari Voladissos, font E.P.

EE3- Finestres i vidres- Frame & Divider

Un cop aplicades les millores a l'escenari, els resultats obtinguts són de:



Gràfic 42- Estalvi energètic de l'escenari Finestres i vidres, font E.P.

nº ordre	Escenari: Finestres i fusteries					preu execució material	
Projecte						unitaris	TOTALS
1	Finestres						
1.1	Instal·lació de finestra de PVC de dues fulles lliscants de gruix de 89 mm. 1 m ² Composada per marc, fulla i junquillo amb acabat a les dues cares a escollir, gruix en parets exteriors de 2,5 mm, 3 camares en marc i 2 fulles, reforç de EPDM, ferratges bicromatats; m ²						
1.1.1	Oficial 1a ferraller						
			Medició:	0,75 h	30,21 m ²	22,36	506,62 €
1.1.2	Ajudant ferraller						
			Medició:	0,50 h	30,21 m ²	18,68	282,16 €
1.1.3	Finestra de PVC de dues fulles lliscants de gruix de 89 mm. 1 m ² Composada per marc, fulla i junquillo amb acabat a les dues cares a escollir, gruix en parets exteriors de 2,5 mm, 3 camares en marc i 2 fulles, reforç de EPDM, ferratges bicromatats; m ²						
			Medició:	1,00 m ²	30,21 m ²	158,17	4.778,32 €
1.1.4	Vidre baix emisiu de gruix 6 mm., camarà d'aire de 13 mm. I segona capa de vidre de gruix 4 mm., BE4/13/6, 1 m ² , tallat de forma rectangular, encastat en marc						
			Medició:	1,00 m ²	30,21 m ²	43,89	1.325,92 €
1.1.5	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra						
			Medició:	2,00 %	30,21 m ²	243,10	146,88 €
1.1.6	Costos indirectes						
			Medició:	3,00 %	30,21 m ²	243,10	220,32 €
	Total PEM: Finestres i fusteries						7.260,22 €
				Despeses generals i benefici industrial	17,00%		1.234,24 €
				Impostos indirectes	21,00%		1.783,84 €
	Total pressupost						10.278,29 €

Pressupost 5- Escenari Finestres i vidres, font E.P.

Preu energia (€/kwh)		0,233	€/kwh
Consum energètic (kwh)	actual	37.509	kwh
	intervingut	36.998	kwh
inversió (€)		10.278,29	€
increment cost de la energia (%)		5,0%	
Index VAN (%) 3%<VAN<10%		3,0%	
TIR (%)		1%	
Pay Back (anys)		33,9	anys

anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-10.278,29	-10.278,29
1	0,24	9.176,65	9.051,61	125,04	121,40	-10.156,89 €
2	0,26	9.635,49	9.504,19	131,30	127,47	-10.029,42 €
3	0,27	10.117,26	9.979,40	137,86	133,84	-9.895,57 €
4	0,28	10.623,12	10.478,37	144,75	140,54	-9.755,04 €
5	0,30	11.154,28	11.002,29	151,99	147,56	-9.607,47 €
6	0,31	11.711,99	11.552,40	159,59	154,94	-9.452,53 €
7	0,33	12.297,59	12.130,02	167,57	162,69	-9.289,84 €
8	0,34	12.912,47	12.736,52	175,95	170,82	-9.119,02 €
9	0,36	13.558,10	13.373,35	184,75	179,36	-8.939,65 €
10	0,38	14.236,00	14.042,02	193,98	188,33	-8.751,32 €
11	0,40	14.947,80	14.744,12	203,68	197,75	-8.553,57 €
12	0,42	15.695,19	15.481,32	213,87	207,64	-8.345,93 €
13	0,44	16.479,95	16.255,39	224,56	218,02	-8.127,92 €
14	0,46	17.303,95	17.068,16	235,79	228,92	-7.899,00 €
15	0,48	18.169,14	17.921,57	247,58	240,37	-7.658,63 €
16	0,51	19.077,60	18.817,65	259,96	252,38	-7.406,25 €
17	0,53	20.031,48	19.758,53	272,95	265,00	-7.141,24 €
18	0,56	21.033,06	20.746,46	286,60	278,25	-6.862,99 €
19	0,59	22.084,71	21.783,78	300,93	292,17	-6.570,82 €
20	0,62	23.188,94	22.872,97	315,98	306,77	-6.264,05 €
21	0,65	24.348,39	24.016,62	331,78	322,11	-5.941,94 €
22	0,68	25.565,81	25.217,45	348,37	338,22	-5.603,72 €
23	0,72	26.844,10	26.478,32	365,78	355,13	-5.248,59 €
24	0,75	28.186,31	27.802,23	384,07	372,89	-4.875,70 €
25	0,79	29.595,62	29.192,35	403,28	391,53	-4.484,17 €
26	0,83	31.075,40	30.651,96	423,44	411,11	-4.073,06 €
27	0,87	32.629,17	32.184,56	444,61	431,66	-3.641,40 €
28	0,91	34.260,63	33.793,79	466,84	453,25	-3.188,16 €
29	0,96	35.973,66	35.483,48	490,18	475,91	-2.712,25 €
30	1,01	37.772,35	37.257,65	514,69	499,70	-2.212,55 €
31	1,06	39.660,96	39.120,54	540,43	524,69	-1.687,86 €
32	1,11	41.644,01	41.076,56	567,45	550,92	-1.136,93 €
33	1,17	43.726,21	43.130,39	595,82	578,47	-558,47 €
34	1,22	45.912,52	45.286,91	625,61	607,39	48,93 €
35	1,29	48.208,15	47.551,26	656,89	637,76	686,69 €
36	1,35	50.618,56	49.928,82	689,74	669,65	1.356,34 €
37	1,42	53.149,49	52.425,26	724,23	703,13	2.059,47 €
38	1,49	55.806,96	55.046,52	760,44	738,29	2.797,76 €
39	1,56	58.597,31	57.798,85	798,46	775,20	3.572,96 €
40	1,64	61.527,17	60.688,79	838,38	813,96	4.386,93 €

Valoració econòmica 5- Escenari Finestres i vidres, font E.P.

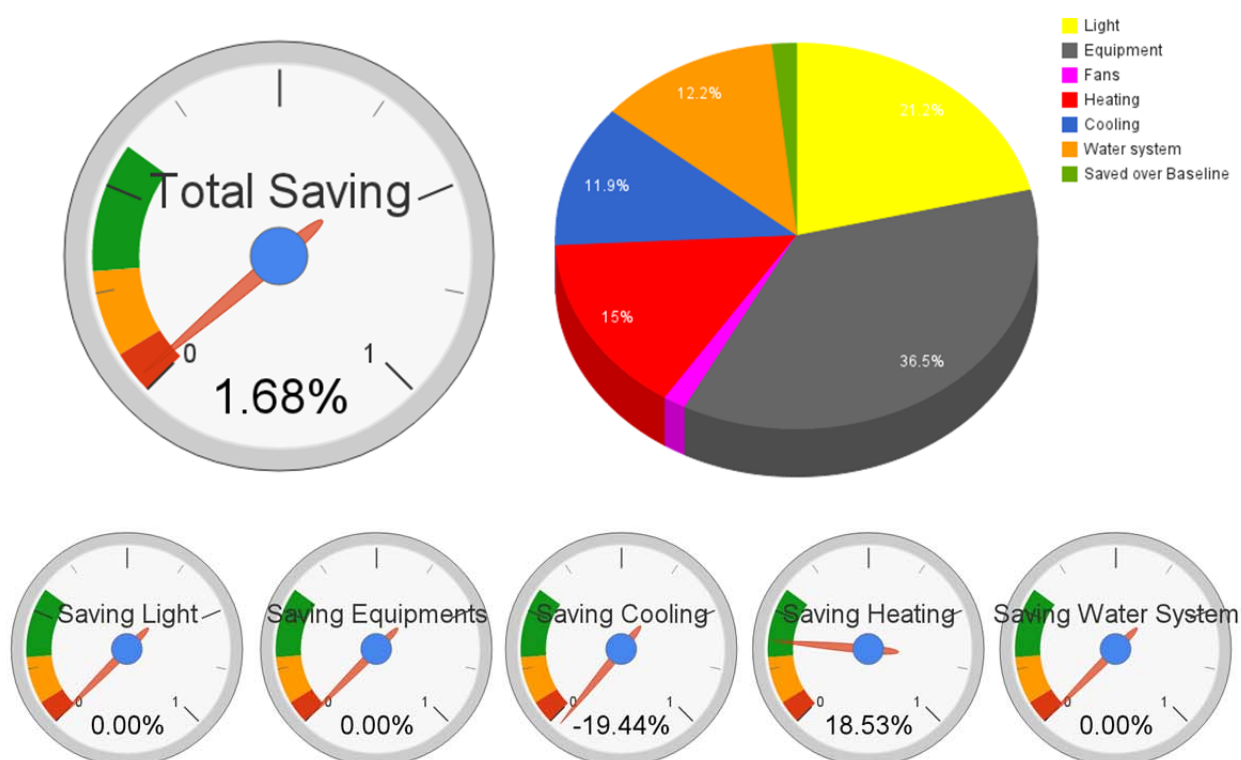
L'escenari proposat dona un estalvi de 1.36% sobre el total, del que un 3.19% és de refrigeració i un 4.63 és de calefacció. Tot i que la inversió és important i la rendibilitat econòmica no és molt agradable, l'afectació de la intervenció en els consums, la permanència de les modificacions incorporades, que no requereix de recanvis, ni manteniments, converteix la inversió en una:

Operació recomanada

EE5- Addició EPS a coberta

Escenari envoltent 5, aportació d'aïllament a la coberta amb EPS.

Un cop aplicades les millores a l'escenari, els resultats obtinguts són de:



Gràfic 43- Estalvi energètic de l'escenari Addició EPS, font E.P.

nº ordre	Escenari: EPS coberta						preu execució material	
Projecte							unitaris	TOTALS
1	Tancament							
1.1	Aïllament amb planxes de poliestirè expandit EPS, de 100 kPa de tensió a la compressió, de 30 mm de gruix, de 0,85 m ² .K/W de resistència tèrmica, amb cares de superfície llisa i cantell llis, col·locades no adherides; m ²							
1.1.1	Oficial 1a							
				Medició:	0,06 h	83,00 m ²	22,36	111,35 €
1.1.2	Manobre							
				Medició:	0,03 h	83,00 m ²	18,68	46,51 €
1.1.3	Planxa de poliestirè expandit EPS segons, UNE-EN 13163 de 30 mm de gruix, de 100 kPa de tensió a la compressió, de 0,85 m ² .K/W de resistència tèrmica, amb una cara llisa i cantell llis							
				Medició:	1,05 m ²	83,00 m ²	6,82	594,36 €
1.1.4	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra							
				Medició:	0,02 %	83,00 m ²	1,90	2,37 €
	Total PEM: EPS coberta							754,60 €
					Despeses generals i benefici industrial	17,00%		128,28 €
						Impostos indirectes	21,00%	185,40 €
	Total pressupost							1.068,28 €

Pressupost 6- Escenari Addició EPS, font E.P.

El escenari presenta un estalvi de 1.68% sobre el total del consum energètic, tenint la inversió un cost de 1068.28€ el payback arriba als 6.2 anys amb un TIR del 19%. Tots aquest factor converteixen en el escenari en una:

Operació recomanada

Preu energia (€/kwh)		0,233	€/kwh
Consum energètic (kwh)	actual	37.509	kwh
	intervingut	36.877	kwh
inversió (€)		1.068,28	€
increment cost de la energia (%)		5,0%	
Index VAN (%) 3%<VAN<10%		3,0%	
TIR (%)		19%	
Pay Back (anys)		6,2	anys

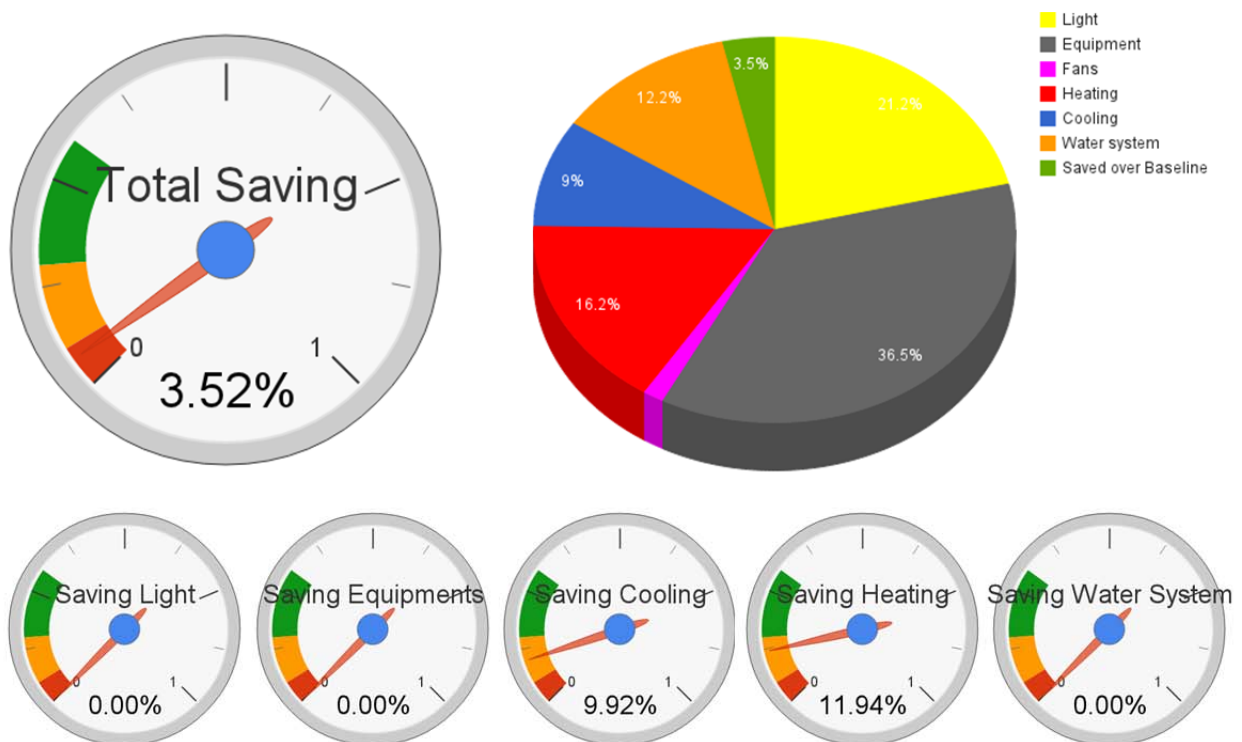
anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-1.068,28	-1.068,28
1	0,24	9.176,65	9.022,04	154,61	150,11	-918,17 €
2	0,26	9.635,49	9.473,15	162,34	157,61	-760,56 €
3	0,27	10.117,26	9.946,80	170,46	165,49	-595,07 €
4	0,28	10.623,12	10.444,14	178,98	173,77	-421,31 €
5	0,30	11.154,28	10.966,35	187,93	182,45	-238,85 €
6	0,31	11.711,99	11.514,67	197,32	191,58	-47,27 €
7	0,33	12.297,59	12.090,40	207,19	201,16	153,88 €
8	0,34	12.912,47	12.694,92	217,55	211,21	365,10 €
9	0,36	13.558,10	13.329,67	228,43	221,77	586,87 €
10	0,38	14.236,00	13.996,15	239,85	232,86	819,74 €
11	0,40	14.947,80	14.695,96	251,84	244,51	1.064,24 €
12	0,42	15.695,19	15.430,76	264,43	256,73	1.320,97 €
13	0,44	16.479,95	16.202,29	277,66	269,57	1.590,54 €
14	0,46	17.303,95	17.012,41	291,54	283,05	1.873,59 €
15	0,48	18.169,14	17.863,03	306,12	297,20	2.170,79 €
16	0,51	19.077,60	18.756,18	321,42	312,06	2.482,85 €
17	0,53	20.031,48	19.693,99	337,49	327,66	2.810,51 €
18	0,56	21.033,06	20.678,69	354,37	344,05	3.154,56 €
19	0,59	22.084,71	21.712,62	372,09	361,25	3.515,80 €
20	0,62	23.188,94	22.798,26	390,69	379,31	3.895,11 €
21	0,65	24.348,39	23.938,17	410,22	398,28	4.293,39 €
22	0,68	25.565,81	25.135,08	430,73	418,19	4.711,58 €
23	0,72	26.844,10	26.391,83	452,27	439,10	5.150,68 €
24	0,75	28.186,31	27.711,42	474,89	461,05	5.611,73 €
25	0,79	29.595,62	29.096,99	498,63	484,11	6.095,84 €
26	0,83	31.075,40	30.551,84	523,56	508,31	6.604,15 €
27	0,87	32.629,17	32.079,43	549,74	533,73	7.137,88 €
28	0,91	34.260,63	33.683,41	577,23	560,41	7.698,29 €
29	0,96	35.973,66	35.367,58	606,09	588,43	8.286,72 €
30	1,01	37.772,35	37.135,96	636,39	617,86	8.904,58 €
31	1,06	39.660,96	38.992,75	668,21	648,75	9.553,33 €
32	1,11	41.644,01	40.942,39	701,62	681,19	10.234,51 €
33	1,17	43.726,21	42.989,51	736,70	715,25	10.949,76 €
34	1,22	45.912,52	45.138,99	773,54	751,01	11.700,77 €
35	1,29	48.208,15	47.395,93	812,21	788,56	12.489,33 €
36	1,35	50.618,56	49.765,73	852,83	827,99	13.317,31 €
37	1,42	53.149,49	52.254,02	895,47	869,39	14.186,70 €
38	1,49	55.806,96	54.866,72	940,24	912,85	15.099,55 €
39	1,56	58.597,31	57.610,06	987,25	958,50	16.058,05 €
40	1,64	61.527,17	60.490,56	1.036,61	1.006,42	17.064,47 €

Valoració econòmica 6- Escenari Addició EPS, font E.P.

EE8- Insuflat càmeres d'aire

Escenari envoltent 8, tractament de façana i mitjanera, addició d'aïllament a la càmera d'aire.

Un cop aplicades les millores a l'escenari, els resultats obtinguts són de:



Gràfic 44- Estalvi energètic de l'escenari Insuflat càmeres d'aire, font E.P.

Aquest és un dels escenaris amb més pes del projecte, ens aporta un estalvi general del 3.52%, un 9.92 en refrigeració i un 11.94% en climatització. Després de la inversió de 19864.82€, trobem un payback de 29.2 anys. Tot i ser un payback a molt llarg termini, és un estalvi bastant notori:

Operació recomanada

A no ser que l'altre tractament de façana tingui un millor funcionament. El tractament de façana integral acaba tenint un molt millor rendiment, pel que desestimem aquest tractament, priorititzant la façana integral.

nº ordre	Escenari: Insuflat cameres aire, llana mineral SUPAFIL 043						preu executió material	
Projecte							unitaris	TOTALS
1	Tancament							
1.1	Rehabilitación energética de fachadas de edificios residenciales, mediante suministro y aplicación de aislamiento termo-acústico de Lana Mineral virgen (sin ligante) SUPAFIL 034 de KNAUF INSULATION, material inorgánico que no sirve de soporte nutritivo para el desarrollo de hongos ni bacterias, con una conductividad térmica $\leq 0,034$ W/m.K, clasificación de reacción al fuego A1 (material no combustible), absorción de agua a corto plazo WS ≤ 1 kg/m ² (material no hidrófilo) y nivel de asentamiento S1 ($\leq 1\%$), a través de insuflado con equipos mecánicos especiales utilizados por aplicadores recomendados por KNAUF INSULATION, en cámaras de aire vacías de muros de doble hoja hasta su relleno total, incluso inspección ocular previa de las cavidades a insuflar con cámara endoscópica, realización de perforaciones de diámetro máximo 22 mm en una de las hojas y posterior cierre de las mismas con mortero de cemento, así como medios auxiliares necesarios para la ejecución de la obra: m ²							
1.1.1	Instalador recomendado							
				Medició:	0,26 h	400,00 m ²	21,34	2.219,36 €
1.1.2	Ayudante							
				Medició:	0,21 h	400,00 m ²	18,32	1.538,88 €
1.1.3	Aislante de Lana Mineral virgen sin ligante SUPAFIL 034, servido en sacos, no combustible y de muy baja conductividad térmica, desarrollado especialmente para el aislamiento termo-acústico de cavidades mediante insuflado mecánico							
				Medició:	1,84 Kg	400,00 m ²	4,74	3.488,64 €
1.1.4	Mortero de cemento portland para relleno agujeros inyección Supafil 034							
				Medició:	0,60 Kg	400,00 m ²	0,21	50,40 €
1.1.6	Medios auxiliares 2%							
						2,00%		145,95 €
1.1.7	Costes Indirectos 3%							
						3,00%		218,92 €
1.2	Muntatge i desmuntatge de bastida amb apuntalament metàl·lic, d'alçària superior a 10 m; m ³							
1.2.1	Oficial 1a							
				Medició:	0,36 h	318,00 m ³	22,36	2.559,77 €
1.2.2	Manobre							
				Medició:	0,21 h	318,00 m ³	18,68	1.247,45 €
1.2.3	Bastida de metall, per a 25 usos							
						318,00 m ³	3,30	1.049,40 €
1.2.4	Grua autopropulsada de 12 t							
				Medició:	0,01 h	318,00 m ³	48,98	155,76 €
1.2.5	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra							
				Medició:	0,02 %	318,00 m ³	11,97	57,11 €
2	Total PEM aixecament envà pluvial							1.300,17 €
	Total PEM: Insuflat cameres aire, llana mineral SUPAFIL 043							14.031,80 €
				Despeses generals i benefici industrial	17,00%			2.385,41 €
				Impostos indirectes	21,00%			3.447,61 €
	Total pressupost							19.864,82 €

Pressupost 7- Escenari Insuflat càmeres d'aire, font E.P.

Preu energia (€/kwh)		0,233	€/kwh
Consum energètic (kwh)	actual	37.509	kwh
	intervingut	36.187	kwh
inversió (€)		19.864,82	€
increment cost de la energia (%)		5,0%	
Index VAN (%) $3\% < \text{VAN} < 10\%$		3,0%	
TIR (%)		3%	
Pay Back (anys)		29,2	anys

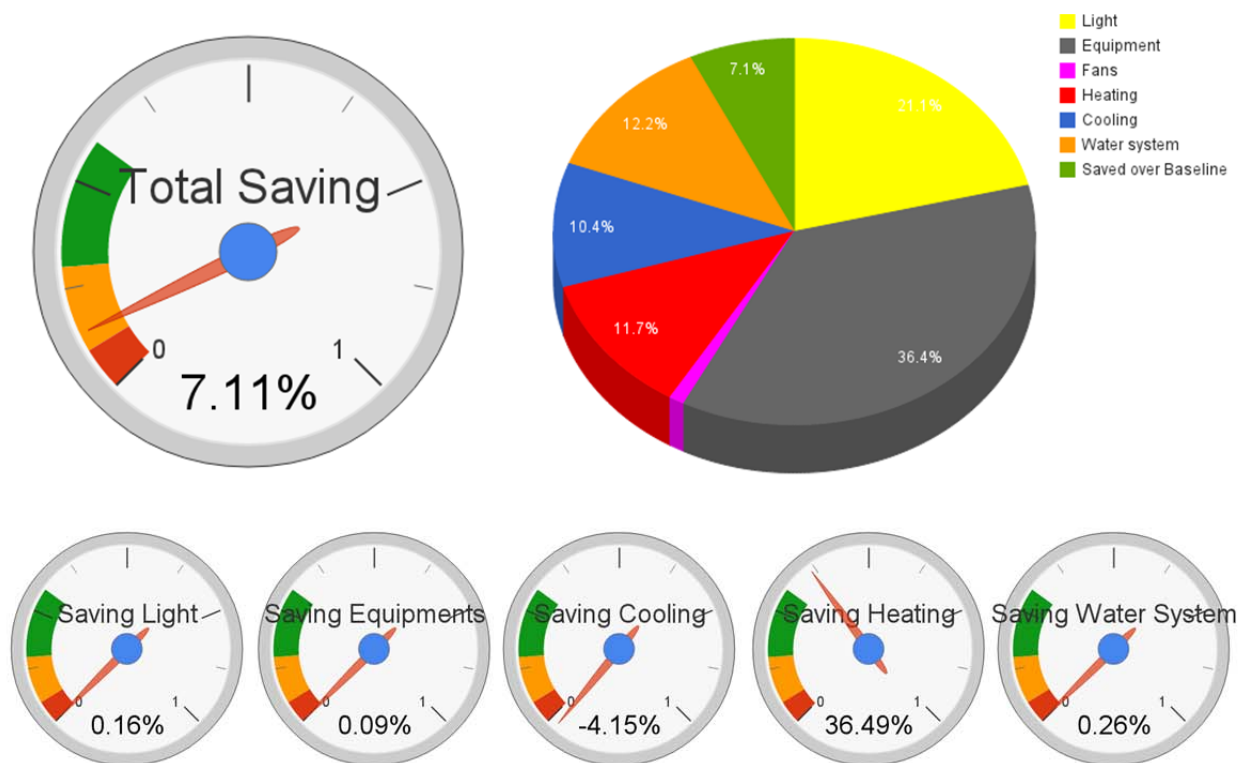
anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-19.864,82	-19.864,82
1	0,24	9.176,65	8.853,15	323,50	314,08	-19.550,74 €
2	0,26	9.635,49	9.295,81	339,68	329,78	-19.220,95 €
3	0,27	10.117,26	9.760,60	356,66	346,27	-18.874,68 €
4	0,28	10.623,12	10.248,63	374,50	363,59	-18.511,09 €
5	0,30	11.154,28	10.761,06	393,22	381,77	-18.129,33 €
6	0,31	11.711,99	11.299,11	412,88	400,86	-17.728,47 €
7	0,33	12.297,59	11.864,07	433,53	420,90	-17.307,57 €
8	0,34	12.912,47	12.457,27	455,20	441,94	-16.865,63 €
9	0,36	13.558,10	13.080,13	477,96	464,04	-16.401,59 €
10	0,38	14.236,00	13.734,14	501,86	487,24	-15.914,35 €
11	0,40	14.947,80	14.420,85	526,95	511,60	-15.402,74 €
12	0,42	15.695,19	15.141,89	553,30	537,18	-14.865,56 €
13	0,44	16.479,95	15.898,98	580,97	564,04	-14.301,51 €
14	0,46	17.303,95	16.693,93	610,01	592,25	-13.709,27 €
15	0,48	18.169,14	17.528,63	640,51	621,86	-13.087,41 €
16	0,51	19.077,60	18.405,06	672,54	652,95	-12.434,46 €
17	0,53	20.031,48	19.325,32	706,17	685,60	-11.748,86 €
18	0,56	21.033,06	20.291,58	741,48	719,88	-11.028,98 €
19	0,59	22.084,71	21.306,16	778,55	755,87	-10.273,11 €
20	0,62	23.188,94	22.371,47	817,48	793,67	-9.479,44 €
21	0,65	24.348,39	23.490,04	858,35	833,35	-8.646,09 €
22	0,68	25.565,81	24.664,54	901,27	875,02	-7.771,07 €
23	0,72	26.844,10	25.897,77	946,33	918,77	-6.852,31 €
24	0,75	28.186,31	27.192,66	993,65	964,71	-5.887,60 €
25	0,79	29.595,62	28.552,29	1.043,33	1.012,94	-4.874,66 €
26	0,83	31.075,40	29.979,91	1.095,50	1.063,59	-3.811,07 €
27	0,87	32.629,17	31.478,90	1.150,27	1.116,77	-2.694,30 €
28	0,91	34.260,63	33.052,85	1.207,78	1.172,61	-1.521,69 €
29	0,96	35.973,66	34.705,49	1.268,17	1.231,24	-290,46 €
30	1,01	37.772,35	36.440,76	1.331,58	1.292,80	1.002,34 €
31	1,06	39.660,96	38.262,80	1.398,16	1.357,44	2.359,78 €
32	1,11	41.644,01	40.175,94	1.468,07	1.425,31	3.785,09 €
33	1,17	43.726,21	42.184,74	1.541,47	1.496,58	5.281,67 €
34	1,22	45.912,52	44.293,98	1.618,55	1.571,41	6.853,07 €
35	1,29	48.208,15	46.508,68	1.699,47	1.649,98	8.503,05 €
36	1,35	50.618,56	48.834,11	1.784,45	1.732,47	10.235,52 €
37	1,42	53.149,49	51.275,81	1.873,67	1.819,10	12.054,62 €
38	1,49	55.806,96	53.839,61	1.967,35	1.910,05	13.964,67 €
39	1,56	58.597,31	56.531,59	2.065,72	2.005,56	15.970,23 €
40	1,64	61.527,17	59.358,16	2.169,01	2.105,83	18.076,06 €

Valoració econòmica 7- Escenari Insuflat càmeres d'aire, font E.P.

EE9- Façana integral, ponts tèrmics inclosos

Escenari envoltent 9, aïllament complet de façana.

Un cop aplicades les millores a l'escenari, els resultats obtinguts són de:



Gràfic 45- Estalvi energètic de l'escenari Façana integral, font E.P.

El resultat final de l'escenari és un 7.11% d'estalvi total, sent un 36.49% de l'estalvi en calefacció i notant pèrdues en el sistema de refrigeració. Amb una inversió altíssima de més de 64.000€, el payback és a gairebé 37 anys, amb tan sols un 1% de TIR.

La inversió té un període de retorn molt elevat, l'actuació inclou el tractament de les parets mitjaneres. Ningú no ens assegura que els vells edificis en contacte amb les mitjaneres es reconstrueixin i acabin tirant els envans pluvials nostres, amb la inversió inclosa. És el mateix cas que el escenari insuflat de càmeres d'aire, per això optarem per proposar aquesta actuació de façana degut al molt major estalvi energètic per un període de retorn casi igual.

Operació recomanada

nº ordre	Projecte	Escenari: Aïllament façana exterior	preu execució material	
			unitaris	TOTALS
1	Façana			
1.1	Envà pluvial de planxes planes de fibrociment NT de color natural, de 6 mm de gruix, col·locades horitzontalment, amb cavalcament, amb fixacions mecàniques sobre guies verticals, de perfils conformats d'acer galvanitzat tipus omega; perfil de junt d'estanquitat vertical entre plaques, aïllament interior amb plaques de planxa de poliestirè extruït (XPS), cantell mitjamosa, amb part proporcional de remats perimetrals de planxa d'acer prelacat; m ²			
1.1.1	Tancament vertical de planxes de fibrociment NT de color natural, de 6 mm de gruix i 0,6 m d'amplària, col·locades horitzontalment, amb cavalcament, grapes d'acer galvanitzat, segellat de junts verticals amb cordó de silicona neutra i perfil d'estanquitat			
		Medició: 1,00 m ²	291,75 m ²	26,57 7.751,51 €
1.1.2	Perfils conformats d'acer galvanitzat tipus omega de 50x2 mm, col·locats amb fixacions mecàniques			
		Medició: 1,45 m	291,75 m ²	8,14 3.443,53 €
1.1.3	Aïllament de planxa de poliestirè extruït (XPS) UNE-EN 13164 de 40 mm de gruix i resistència a compressió >= 300 kPa, resistència tèrmica entre 1,29 i 1,176 m ² .K/W, amb la superfície llisa i amb cantell mitjamosa, col·locada amb fixacions mecàniques			
		Medició: 2,00 m ²	291,75 m ²	8,51 4.965,59 €
1.1.4	Cantonera de planxa d'acer galvanitzat i prelacat de 0,6 mm de gruix i 35 cm de desenvolupament amb 5 plects, col·locada amb fixacions mecàniques			
		Medició: 0,40 Kg	291,75 m ²	22,59 2.636,25 €
1.2	Revestiment per a façana amb peces ceràmiques de gres porcellànic extruït, amb aïllament XPS i col·locades amb fixacions mecàniques sobre parament vertical			
1.2.1	Revestiment per a façana amb peces ceràmiques de gres porcellànic extruït, d'una cara vista, llargària entre 75 i 85 cm, alçària entre 35 i 45 cm i 4 cm de gruix, encadellada longitudinalment, de 25 kg/m ² de massa superficial, acabat llis color estàndard, col·locades amb grapes d'acer inoxidable per a fixació oculta sobre estructura de suport d'alumini, formada per perfils verticals tipus T, ancoratges regulables tipus L, col·locades amb fixacions mecàniques sobre parament vertical			
		Medició: 1,00 m	172,60 m ²	85,95 14.834,97 €
1.2.2	Perfils conformats d'acer galvanitzat tipus omega de 50x2 mm, col·locats amb fixacions mecàniques			
		Medició: 1,45 m	172,60 m ²	8,14 2.037,20 €
1.2.3	Aïllament de planxa de poliestirè extruït (XPS) UNE-EN 13164 de 40 mm de gruix i resistència a compressió >= 300 kPa, resistència tèrmica entre 1,29 i 1,176 m ² .K/W, amb la superfície llisa i amb cantell mitjamosa, col·locada amb fixacions mecàniques			
		Medició: 2,00 m ²	172,60 m ²	8,51 2.937,65 €
1.2.4	Cantonera de planxa d'acer galvanitzat i prelacat de 0,6 mm de gruix i 35 cm de desenvolupament amb 5 plects, col·locada amb fixacions mecàniques			
		Medició: 0,40 Kg	172,60 m ²	22,59 1.559,61 €
1.3	Muntatge i desmuntatge de bastida amb apuntalament metàl·lic, d'alçària superior a 10 m; m ³			
1.3.1	Oficial 1a			
		Medició: 0,36 h	318,00 m ³	22,36 2.559,77 €
1.3.2	Manobre			
		Medició: 0,21 h	318,00 m ³	18,68 1.247,45 €
1.3.3	Bastida de metall, per a 25 usos			
			318,00 m ³	3,30 1.049,40 €
1.3.4	Grua autopropulsada de 12 t			
		Medició: 0,01 h	318,00 m ³	48,98 155,76 €
1.3.5	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra			
		Medició: 0,02 %	318,00 m ³	11,97 57,11 €
	Total PEM: Aïllament façana exterior			45.235,79 €
	Despeses generals i benefici industrial 17,00%			7.690,08 €
	Impostos indirectes 21,00%			11.114,43 €
	Total pressupost			64.040,31 €

Pressupost 8- Escenari Façana integral, font E.P.

Preu energia (€/kwh)		0,233	€/kwh
Consum energètic (kwh)	actual	37.509	kwh
	intervingut	34.841	kwh
inversió (€)		64.040,31	€
increment cost de la energia (%)		5,0%	
Index VAN (%) 3%<VAN<10%		3,0%	
TIR (%)		1%	
Pay Back (anys)		36,9	anys

anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-64.040,31	-64.040,31
1	0,24	9.176,65	8.523,85	652,80	633,79	-63.406,52 €
2	0,26	9.635,49	8.950,04	685,44	665,48	-62.741,04 €
3	0,27	10.117,26	9.397,55	719,71	698,75	-62.042,29 €
4	0,28	10.623,12	9.867,42	755,70	733,69	-61.308,60 €
5	0,30	11.154,28	10.360,79	793,48	770,37	-60.538,23 €
6	0,31	11.711,99	10.878,83	833,16	808,89	-59.729,34 €
7	0,33	12.297,59	11.422,78	874,82	849,34	-58.880,00 €
8	0,34	12.912,47	11.993,91	918,56	891,80	-57.988,20 €
9	0,36	13.558,10	12.593,61	964,49	936,39	-57.051,80 €
10	0,38	14.236,00	13.223,29	1.012,71	983,21	-56.068,59 €
11	0,40	14.947,80	13.884,45	1.063,35	1.032,37	-55.036,21 €
12	0,42	15.695,19	14.578,68	1.116,51	1.083,99	-53.952,22 €
13	0,44	16.479,95	15.307,61	1.172,34	1.138,19	-52.814,03 €
14	0,46	17.303,95	16.072,99	1.230,96	1.195,10	-51.618,92 €
15	0,48	18.169,14	16.876,64	1.292,50	1.254,86	-50.364,07 €
16	0,51	19.077,60	17.720,47	1.357,13	1.317,60	-49.046,47 €
17	0,53	20.031,48	18.606,50	1.424,98	1.383,48	-47.662,99 €
18	0,56	21.033,06	19.536,82	1.496,23	1.452,65	-46.210,33 €
19	0,59	22.084,71	20.513,66	1.571,05	1.525,29	-44.685,04 €
20	0,62	23.188,94	21.539,35	1.649,60	1.601,55	-43.083,49 €
21	0,65	24.348,39	22.616,31	1.732,08	1.681,63	-41.401,86 €
22	0,68	25.565,81	23.747,13	1.818,68	1.765,71	-39.636,15 €
23	0,72	26.844,10	24.934,49	1.909,62	1.854,00	-37.782,16 €
24	0,75	28.186,31	26.181,21	2.005,10	1.946,70	-35.835,46 €
25	0,79	29.595,62	27.490,27	2.105,35	2.044,03	-33.791,43 €
26	0,83	31.075,40	28.864,78	2.210,62	2.146,23	-31.645,20 €
27	0,87	32.629,17	30.308,02	2.321,15	2.253,54	-29.391,65 €
28	0,91	34.260,63	31.823,42	2.437,21	2.366,22	-27.025,43 €
29	0,96	35.973,66	33.414,60	2.559,07	2.484,53	-24.540,90 €
30	1,01	37.772,35	35.085,33	2.687,02	2.608,76	-21.932,14 €
31	1,06	39.660,96	36.839,59	2.821,37	2.739,20	-19.192,94 €
32	1,11	41.644,01	38.681,57	2.962,44	2.876,16	-16.316,79 €
33	1,17	43.726,21	40.615,65	3.110,56	3.019,96	-13.296,82 €
34	1,22	45.912,52	42.646,43	3.266,09	3.170,96	-10.125,86 €
35	1,29	48.208,15	44.778,75	3.429,40	3.329,51	-6.796,35 €
36	1,35	50.618,56	47.017,69	3.600,87	3.495,99	-3.300,36 €
37	1,42	53.149,49	49.368,58	3.780,91	3.670,79	370,42 €
38	1,49	55.806,96	51.837,00	3.969,95	3.854,33	4.224,75 €
39	1,56	58.597,31	54.428,85	4.168,45	4.047,04	8.271,79 €
40	1,64	61.527,17	57.150,30	4.376,88	4.249,39	12.521,18 €

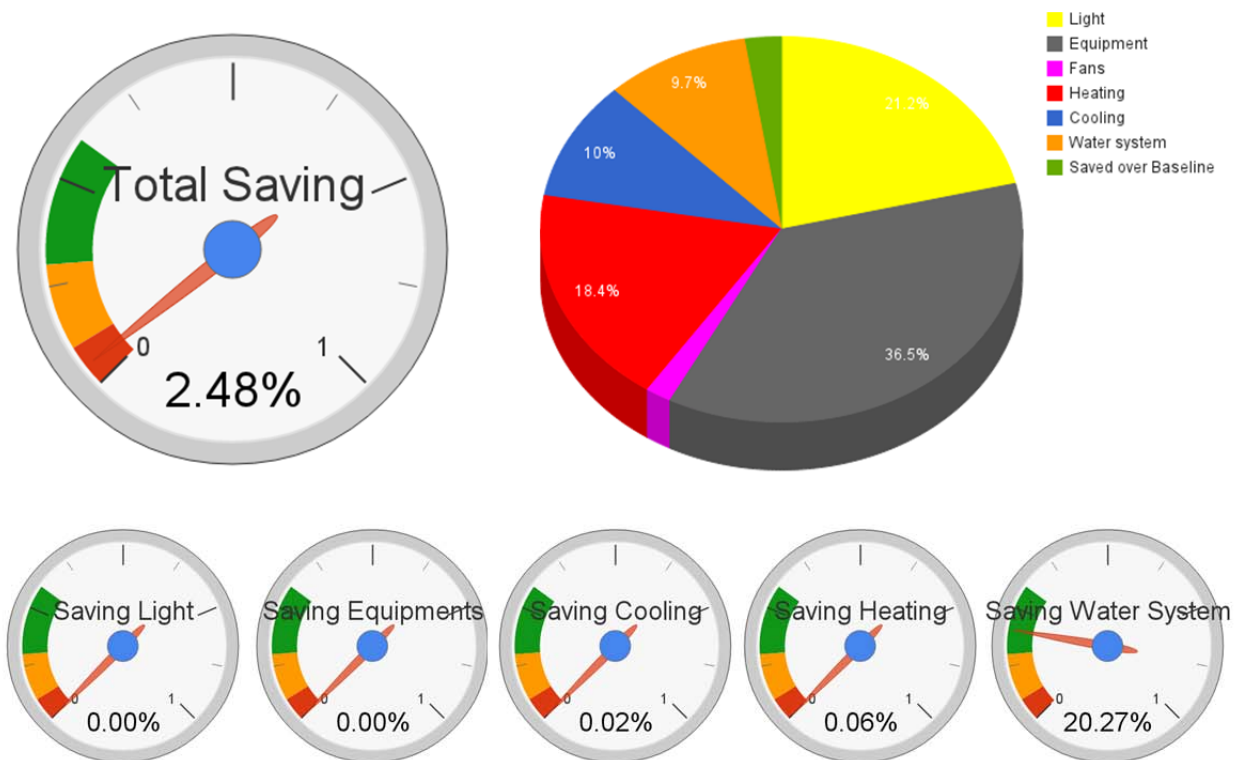
Valoració econòmica 8- Escenari Façana integral, font E.P.

Aigua calenta

EAC1- Equipaments individuals més eficients

Escenari ACS 1, canvi d'equips generadors d'aigua calenta per uns de més eficients.

Un cop aplicades les millores a l'escenari, els resultats obtinguts són de:



Gràfic 46- Estalvi energètic de l'escenari Equipaments individuals més eficients, font E.P.

OS fail- El sistema no permet parametritzar el desgast dels equips. Valora sempre durant un any amb la eficiència que està determinada.

Degut a l'error de OS, al no adaptar els equips al desgast produït pel temps i el ús, es determina, en el cas dels equips d'instal·lacions, que el risc de la inversió és molt alt. Se'ls atorga un valor de VAN de 15, intentant contrarestar la pèrdua d'eficiència amb un augment del VAN.

La vida útil d'un dipòsit escalfador no passa dels 20 anys. Al ser la valoració econòmica de 40 anys, s'estima la vida útil de dos equips. Llavors, en aquest cas, a més, s'ha comptat el doble de pressupost a la valoració econòmica.

Amb aquesta intervenció aconseguim un estalvi del 2.48% sobre el total, un 20.27% sobre el consum energètic de la generació d'aigua calenta sanitària. Un cop incorporades les mesures econòmiques exposades tenim un payback de 14.3 anys.

El cas de l'estudi apliquem una mesura no permanent. Cada 20 anys hem de tornar a canviar l'escalfador. En les altres valoracions econòmiques, un cop realitzada la intervenció, els estalvis s'anaven acumulant ja que no requeríem de més inversió. En aquest cas haurem de veure-ho com exercicis independents de 40 anys, on al final d'aquests tenim un TIR del 9% del capital aportat.

Operació recomanada

nº ordre	Projecte	Escenari: Escalfadors nous	preu execució material	
			unitaris	TOTALS
1		Canvi d'escalfadors		
1.1		Instal·lació d'acumulador i escalfador per a aigua, instal·lació de fluxors de fins a 100 l de capacitat, col·locat en posició vertical i connectat; u.		
1.1.1		Oficial 1a lampista		
		Medició: 1,00 h 4,00 u	23,11	92,44 €
1.1.2		Ajudant lampista		
		Medició: 1,00 h 4,00 u	19,82	79,28 €
1.1.3		Despeses auxiliars sobre la mà d'obra		
		Medició: 0,02 % 4,00 u	42,93	2,58 €
1.1.4		Termo eléctrico Cointra TDG, de 80 l. de capacitat		
		4,00 u	279,00	1.116,00 €
1.1.5		Termo eléctrico Junkers SMART ES, de 15 l. de capacitat		
		1,00 u	129,00	129,00 €
		Total PEM: Escalfadors nous		1.419,30 €
		Despeses generals i benefici industrial 17,00%		241,28 €
		Impostos indirectes 21,00%		348,72 €
		Total pressupost		2.009,30 €

Pressupost 9- Escenari Escalfadors nous, font E.P.

Preu energia (€/kwh)		0,233	€/kwh
Consum energètic (kwh)	actual	37.509	kwh
	intervingut	36.578	kwh
inversió (€)		4.018,60	€
increment cost de la energia (%)		5,0%	
Index VAN (%) 3%<VAN<10%		15,0%	
TIR (%)		9%	
Pay Back (anys)		14,3	anys

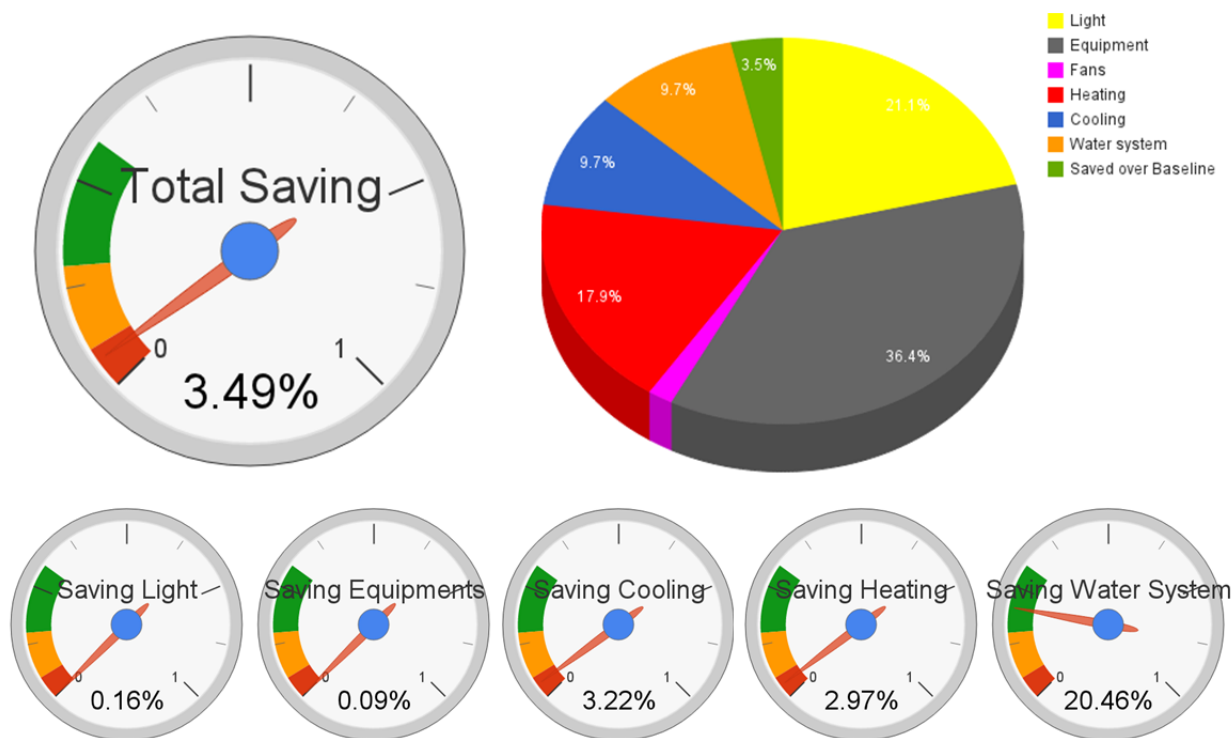
anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-4.018,60	-4.018,60
1	0,24	9.176,65	8.948,80	227,86	198,14	-3.820,46 €
2	0,26	9.635,49	9.396,24	239,25	208,04	-3.612,42 €
3	0,27	10.117,26	9.866,05	251,21	218,45	-3.393,97 €
4	0,28	10.623,12	10.359,35	263,77	229,37	-3.164,61 €
5	0,30	11.154,28	10.877,32	276,96	240,84	-2.923,77 €
6	0,31	11.711,99	11.421,18	290,81	252,88	-2.670,89 €
7	0,33	12.297,59	11.992,24	305,35	265,52	-2.405,37 €
8	0,34	12.912,47	12.591,85	320,62	278,80	-2.126,57 €
9	0,36	13.558,10	13.221,45	336,65	292,74	-1.833,83 €
10	0,38	14.236,00	13.882,52	353,48	307,38	-1.526,46 €
11	0,40	14.947,80	14.576,64	371,16	322,74	-1.203,71 €
12	0,42	15.695,19	15.305,48	389,71	338,88	-864,83 €
13	0,44	16.479,95	16.070,75	409,20	355,83	-509,01 €
14	0,46	17.303,95	16.874,29	429,66	373,62	-135,39 €
15	0,48	18.169,14	17.718,00	451,14	392,30	256,91 €
16	0,51	19.077,60	18.603,90	473,70	411,91	668,82 €
17	0,53	20.031,48	19.534,10	497,38	432,51	1.101,33 €
18	0,56	21.033,06	20.510,80	522,25	454,13	1.555,46 €
19	0,59	22.084,71	21.536,34	548,37	476,84	2.032,30 €
20	0,62	23.188,94	22.613,16	575,78	500,68	2.532,98 €
21	0,65	24.348,39	23.743,82	604,57	525,72	3.058,70 €
22	0,68	25.565,81	24.931,01	634,80	552,00	3.610,70 €
23	0,72	26.844,10	26.177,56	666,54	579,60	4.190,30 €
24	0,75	28.186,31	27.486,44	699,87	608,58	4.798,88 €
25	0,79	29.595,62	28.860,76	734,86	639,01	5.437,89 €
26	0,83	31.075,40	30.303,80	771,61	670,96	6.108,85 €
27	0,87	32.629,17	31.818,99	810,19	704,51	6.813,36 €
28	0,91	34.260,63	33.409,94	850,69	739,73	7.553,10 €
29	0,96	35.973,66	35.080,43	893,23	776,72	8.329,82 €
30	1,01	37.772,35	36.834,46	937,89	815,56	9.145,38 €
31	1,06	39.660,96	38.676,18	984,79	856,34	10.001,71 €
32	1,11	41.644,01	40.609,99	1.034,03	899,15	10.900,86 €
33	1,17	43.726,21	42.640,49	1.085,73	944,11	11.844,97 €
34	1,22	45.912,52	44.772,51	1.140,01	991,32	12.836,29 €
35	1,29	48.208,15	47.011,14	1.197,01	1.040,88	13.877,17 €
36	1,35	50.618,56	49.361,69	1.256,86	1.092,93	14.970,09 €
37	1,42	53.149,49	51.829,78	1.319,71	1.147,57	16.117,67 €
38	1,49	55.806,96	54.421,27	1.385,69	1.204,95	17.322,62 €
39	1,56	58.597,31	57.142,33	1.454,98	1.265,20	18.587,81 €
40	1,64	61.527,17	59.999,45	1.527,73	1.328,46	19.916,27 €

Valoració econòmica 9- Escenari Equipaments individuals més eficients, font E.P.

EAC2- Escalfador elèctric central

Escenari ACS 2, substitució d'escalfadors elèctrics individuals per escalfador elèctric central a coberta.

Un cop aplicades les millores a l'escenari, els resultats obtinguts són de:



Gràfic 47- Estalvi energètic de l'escenari Escalfador central elèctric, font E.P.

Com és un escenari basat en substitució d'equipament, s'agafen els mateixos criteris que en l'escenari anterior, amb una diferència, la segona substitució de l'escalfador no inclou el cost de la realització de instal·lacions, tan sols escalfador més impostos, donant un resultat de 3.001,48€.

L'escenari ens dona un estalvi de 20.46% sobre el consum d'ACS. La diferència respecte l'escenari anterior es troba en el fet que els escalfadors no es troben a dins dels espais, fet que aconsegueix un estalvi en refrigeració del 3.22% i calefacció del 2.97%.

El payback es troba als 8.8 anys, enlloc dels 14.3 anys. Amb un TIR de 9% anterior, fets que converteixen aquest escenari en una:

Operació recomanable, prioritzant a la anterior

nº ordre	Projecte	Escenari: Escalfador central electric					preu execució material	
							unitaris	TOTALS
1	Escalfador central electric							
1.1	Instal·lació d'acumulador i escalfador per a aigua, instal·lació de fluxors demés de 100 l de capacitat, col·locat en posició vertical i connectat; u.							
1.1.1	Oficial 1a lampista							
			Medició:	1,50 h		1,00 u	23,11	34,67 €
1.1.2	Ajudant lampista							
			Medició:	1,50 h		1,00 u	19,82	29,73 €
1.1.3	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra							
			Medició:	0,02 %		1,00 u	42,93	0,64 €
1.1.4	Termo elèctric 300 l. serie HS de Junkers							
						1,00 u	559,20	559,20 €
1.2	Instal·lació de lampisteria aerea, i ajudes de ram de paleta							
1.2.1	Tub de coure R220 (recuit) de 12 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, segons norma UNE-EN 1057, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment							
			Medició:	1,00 u		90,00 m	7,84	705,60 €
1.2.2	Tub de coure R220 (recuit) de 18 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, segons norma UNE-EN 1057, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment							
			Medició:	1,00 u		10,00 m	10,20	102,00 €
1.2.3	Aixeta de pas, encastada, de llautó cromat, preu alt, amb sortida de diàmetre 1/2" i entrada de 1/2"							
						5,00 u	25,82	129,10 €
	Total PEM: Escalfador central electric							1.560,94 €
					Despeses generals i benefici industrial	17,00%		265,36 €
					Impostos indirectes	21,00%		383,52 €
	Total pressupost							2.209,82 €

Pressupost 10- Escenari Escalfador elèctric central, font E.P.

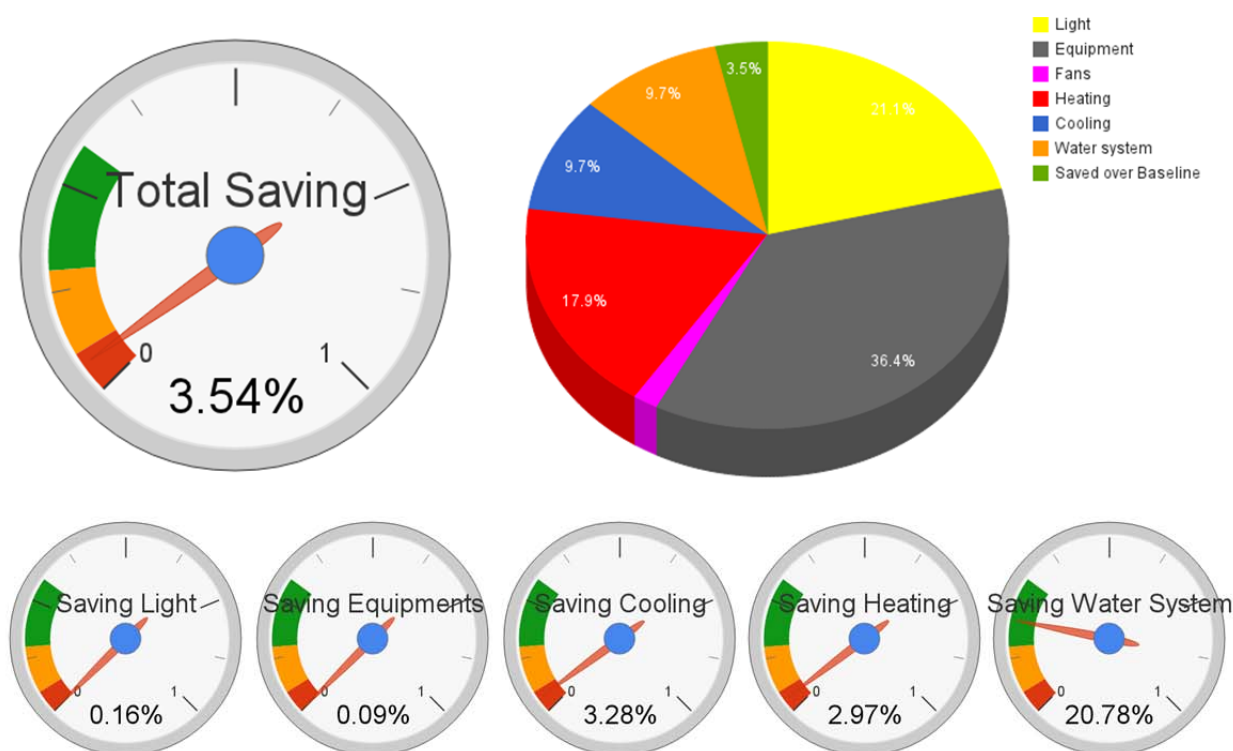
Preu energia (€/kwh)		0,233	€/kwh
Consum energètic (kwh)	actual	37.509	kwh
	intervingut	36.199	kwh
inversió (€)		3.001,48	€
increment cost de la energia (%)		5,0%	
Index VAN (%) 3%<VAN<10%		15,0%	
TIR (%)		14%	
Pay Back (anys)		8,8	anys

anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-3.001,48	-3.001,48
1	0,24	9.176,65	8.856,09	320,57	278,75	-2.722,73 €
2	0,26	9.635,49	9.298,89	336,60	292,69	-2.430,03 €
3	0,27	10.117,26	9.763,83	353,43	307,33	-2.122,71 €
4	0,28	10.623,12	10.252,03	371,10	322,69	-1.800,01 €
5	0,30	11.154,28	10.764,63	389,65	338,83	-1.461,19 €
6	0,31	11.711,99	11.302,86	409,13	355,77	-1.105,42 €
7	0,33	12.297,59	11.868,00	429,59	373,56	-731,86 €
8	0,34	12.912,47	12.461,40	451,07	392,24	-339,63 €
9	0,36	13.558,10	13.084,47	473,62	411,85	72,22 €
10	0,38	14.236,00	13.738,70	497,31	432,44	504,66 €
11	0,40	14.947,80	14.425,63	522,17	454,06	958,72 €
12	0,42	15.695,19	15.146,91	548,28	476,76	1.435,49 €
13	0,44	16.479,95	15.904,26	575,69	500,60	1.936,09 €
14	0,46	17.303,95	16.699,47	604,48	525,63	2.461,72 €
15	0,48	18.169,14	17.534,44	634,70	551,91	3.013,64 €
16	0,51	19.077,60	18.411,17	666,44	579,51	3.593,15 €
17	0,53	20.031,48	19.331,72	699,76	608,49	4.201,63 €
18	0,56	21.033,06	20.298,31	734,75	638,91	4.840,54 €
19	0,59	22.084,71	21.313,23	771,48	670,86	5.511,40 €
20	0,62	23.188,94	22.378,89	810,06	704,40	6.215,79 €
21	0,65	24.348,39	23.497,83	850,56	739,62	6.955,41 €
22	0,68	25.565,81	24.672,72	893,09	776,60	7.732,01 €
23	0,72	26.844,10	25.906,36	937,74	815,43	8.547,44 €
24	0,75	28.186,31	27.201,68	984,63	856,20	9.403,64 €
25	0,79	29.595,62	28.561,76	1.033,86	899,01	10.302,65 €
26	0,83	31.075,40	29.989,85	1.085,55	943,96	11.246,61 €
27	0,87	32.629,17	31.489,34	1.139,83	991,16	12.237,77 €
28	0,91	34.260,63	33.063,81	1.196,82	1.040,72	13.278,49 €
29	0,96	35.973,66	34.717,00	1.256,67	1.092,75	14.371,24 €
30	1,01	37.772,35	36.452,85	1.319,50	1.147,39	15.518,63 €
31	1,06	39.660,96	38.275,49	1.385,47	1.204,76	16.723,39 €
32	1,11	41.644,01	40.189,27	1.454,75	1.265,00	17.988,39 €
33	1,17	43.726,21	42.198,73	1.527,48	1.328,25	19.316,63 €
34	1,22	45.912,52	44.308,66	1.603,86	1.394,66	20.711,29 €
35	1,29	48.208,15	46.524,10	1.684,05	1.464,39	22.175,69 €
36	1,35	50.618,56	48.850,30	1.768,25	1.537,61	23.713,30 €
37	1,42	53.149,49	51.292,82	1.856,67	1.614,49	25.327,79 €
38	1,49	55.806,96	53.857,46	1.949,50	1.695,22	27.023,01 €
39	1,56	58.597,31	56.550,33	2.046,98	1.779,98	28.802,99 €
40	1,64	61.527,17	59.377,85	2.149,32	1.868,98	30.671,97 €

Valoració econòmica 10- Escenari Escalfador elèctric central, font E.P.

EAC3- Escalfador central amb gas

Escenari ACS 3, substitució d'escalfadors elèctrics individuals per caldera central amb gas



Gràfic 48- Estalvi energètic de l'escenari Escalfador central amb gas, font E.P.

Es segueixen amb els criteris econòmics aplicats als equips.

Els estalvis energètics tenen uns valors gairebé idèntics a l'escenari anterior, 3.49% d'estalvi a l'escenari amb escalfador central i 3.54% d'estalvi a l'escenari amb caldera central amb gas. En l'escenari obtenim un payback de 29.3 anys amb un TIR del 3%. La rendibilitat econòmica és millor en l'escenari amb font energètica elèctrica, degut a la menor inversió inicial. La vessant econòmica no sempre és el més important, en aquest cas, un cop realitzada la gran inversió inicial, només es recullen beneficis. L'energia elèctrica és la menys eficient i la que té més emissions de CO₂ associades. Poder evitar consums elèctrics són una bona elecció.

Operació recomanada, prioritzada a totes les anteriors de ACS

nº ordre	Escenari: Caldera central gas						preu execució material	
Projecte							unitaris	TOTALS
1	Instal·lació caldera central gas							
1.1	Instal·lació de caldera de gas natural amb cremador atmosfèric, de 390 kW de potència calorífica, de fosa per a calefacció de 4 bar i 100 °C, com a màxim, muntada sobre bancada; u.							
1.1.1	Oficial 1a calefactor							
				Medició:	26,70 h	1,00 u	23,11	617,04 €
1.1.2	Ajudant calefactor							
				Medició:	26,70 h	1,00 u	19,82	529,19 €
1.1.3	Caldera de gas natural amb cremador atmosfèric, de 390 kW de potència tèrmica útil, cos de fosa, per a calefacció, de 4 bar i 100°C com a màxim, de peu							
						1,00 u	10192,70	10.192,70 €
1.1.4	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra							
				Medició:	0,02 %	1,00 u	1146,23	17,19 €
1.2	Instal·lació de lampisteria aerea, i ajudes de ram de paleta							
1.2.1	Tub de coure R220 (recuit) de 12 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, segons norma UNE-EN 1057, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment							
				Medició:	1,00 u	90,00 m	7,84	705,60 €
1.2.2	Tub de coure R220 (recuit) de 18 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, segons norma UNE-EN 1057, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment							
				Medició:	1,00 u	10,00 m	10,20	102,00 €
1.2.3	Aixeta de pas, encastada, de llautó cromat, preu alt, amb sortida de diàmetre 1/2" i entrada de 1/2"							
						5,00 u	25,82	129,10 €
1.3	Instal·lació de tub de polietilè per a gas de designació PE 80 de 63 mm de diàmetre nominal exterior, sèrie SDR 17.6, segons norma UNE-EN 1555-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment							
1.3.1	Oficial 1a muntador							
				Medició:	0,09 h	17,00 m	23,11	33,39 €
1.3.2	Ajudant muntador							
				Medició:	0,09 h	17,00 m	19,85	28,68 €
1.3.3	Abraçadora metàl·lica, de 60 mm de diàmetre interior							
				Medició:	0,90 u	17,00 m	1,04	15,91 €
1.3.4	Tub de polietilè per a gas de designació PE 80, de 63 mm de diàmetre nominal exterior, sèrie SDR 17.6, segons UNE-EN 1555-2							
				Medició:	1,02 m	17,00 m	1,96	33,99 €
1.3.5	Accessori per a tubs de polietilè de densitat mitjana, de 63 mm de diàmetre nominal exterior, de plàstic, 6 bar de pressió nominal, per a soldar							
				Medició:	0,30 u	17,00 m	27,96	142,60 €
1.3.6	Part proporcional d'elements de muntatge per a tubs de polietilè de densitat mitjana, de 63 mm de diàmetre nominal exterior, de 6 bar de pressió nominal, soldat							
				Medició:	1,00 u	17,00 m	0,25	4,25 €
1.3.7	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra							
				Medició:	0,02 %	17,00 u	3,65	0,93 €
2	Conexió a red subinistradora de gas							128,66 €
	Total PEM: Caldera central gas							12.681,24 €
				Despeses generals i benefici industrial	17,00%			2.155,81 €
				Impostos indirectes	21,00%			3.115,78 €
	Total pressupost							17.952,83 €

Pressupost 11- Escenari Caldera central de gas, font E.P.

Preu energia (€/kwh)		0,233	€/kwh
Consum energètic (kwh)	actual	37.509	kwh
	intervingut	36.183	kwh
inversió (€)		17.952,83	€
increment cost de la energia (%)		5,0%	
Index VAN (%) 3%<VAN<10%		15,0%	
TIR (%)		3%	
Pay Back (anys)		29,3	anys

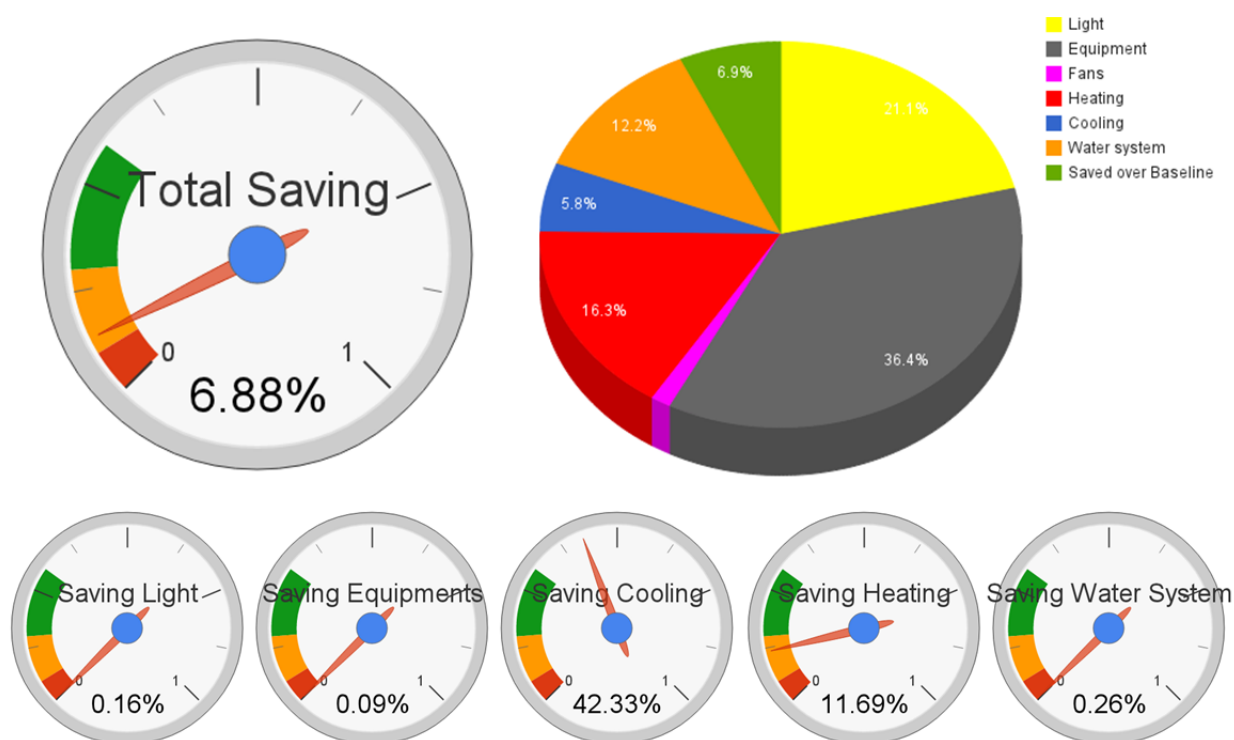
anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-17.952,83	-17.952,83
1	0,24	9.176,65	8.852,16	324,50	282,17	-17.670,66 €
2	0,26	9.635,49	9.294,76	340,72	296,28	-17.374,38 €
3	0,27	10.117,26	9.759,50	357,76	311,09	-17.063,29 €
4	0,28	10.623,12	10.247,48	375,65	326,65	-16.736,64 €
5	0,30	11.154,28	10.759,85	394,43	342,98	-16.393,66 €
6	0,31	11.711,99	11.297,84	414,15	360,13	-16.033,53 €
7	0,33	12.297,59	11.862,74	434,86	378,14	-15.655,39 €
8	0,34	12.912,47	12.455,87	456,60	397,04	-15.258,35 €
9	0,36	13.558,10	13.078,67	479,43	416,89	-14.841,46 €
10	0,38	14.236,00	13.732,60	503,40	437,74	-14.403,72 €
11	0,40	14.947,80	14.419,23	528,57	459,63	-13.944,09 €
12	0,42	15.695,19	15.140,19	555,00	482,61	-13.461,48 €
13	0,44	16.479,95	15.897,20	582,75	506,74	-12.954,74 €
14	0,46	17.303,95	16.692,06	611,89	532,08	-12.422,67 €
15	0,48	18.169,14	17.526,66	642,48	558,68	-11.863,99 €
16	0,51	19.077,60	18.403,00	674,60	586,61	-11.277,38 €
17	0,53	20.031,48	19.323,15	708,33	615,94	-10.661,43 €
18	0,56	21.033,06	20.289,30	743,75	646,74	-10.014,69 €
19	0,59	22.084,71	21.303,77	780,94	679,08	-9.335,61 €
20	0,62	23.188,94	22.368,96	819,99	713,03	-8.622,58 €
21	0,65	24.348,39	23.487,41	860,99	748,68	-7.873,90 €
22	0,68	25.565,81	24.661,78	904,03	786,12	-7.087,78 €
23	0,72	26.844,10	25.894,87	949,24	825,42	-6.262,36 €
24	0,75	28.186,31	27.189,61	996,70	866,69	-5.395,67 €
25	0,79	29.595,62	28.549,09	1.046,53	910,03	-4.485,64 €
26	0,83	31.075,40	29.976,54	1.098,86	955,53	-3.530,11 €
27	0,87	32.629,17	31.475,37	1.153,80	1.003,31	-2.526,80 €
28	0,91	34.260,63	33.049,14	1.211,49	1.053,47	-1.473,33 €
29	0,96	35.973,66	34.701,60	1.272,07	1.106,15	-367,18 €
30	1,01	37.772,35	36.436,68	1.335,67	1.161,45	794,27 €
31	1,06	39.660,96	38.258,51	1.402,45	1.219,53	2.013,80 €
32	1,11	41.644,01	40.171,43	1.472,58	1.280,50	3.294,30 €
33	1,17	43.726,21	42.180,01	1.546,21	1.344,53	4.638,83 €
34	1,22	45.912,52	44.289,01	1.623,52	1.411,75	6.050,58 €
35	1,29	48.208,15	46.503,46	1.704,69	1.482,34	7.532,92 €
36	1,35	50.618,56	48.828,63	1.789,93	1.556,46	9.089,38 €
37	1,42	53.149,49	51.270,06	1.879,42	1.634,28	10.723,66 €
38	1,49	55.806,96	53.833,56	1.973,39	1.716,00	12.439,66 €
39	1,56	58.597,31	56.525,24	2.072,06	1.801,80	14.241,45 €
40	1,64	61.527,17	59.351,50	2.175,67	1.891,88	16.133,34 €

Valoració econòmica 11- Escenari Escalfador central amb gas, font E.P.

Climatització

PC1- Sistemes d'aire condicionat més eficients

Escenari climatització 1, canvi dels aparells particulars d'aire condicionat per uns de màxima eficiència.



Gràfic 49- Estalvi energètic de l'escenari Sistemes d'aire condicionat més eficients, font E.P.

Seguint amb els criteris econòmics associats als equipaments.

L'escenari ens dona un payback de 22.9 Anys amb un TIR del 5% cada 40 anys. Uns estalvis energètics del 42.33% en refrigeració i un 11.69% en calefacció converteixen a la intervenció en una:

Operació recomanada

nº ordre Projecte	Escenari: Canvi sistemes climatització							preu execució material	
								unitaris	TOTALS
1	Canvi dels sistemes de climatització								
1.1	Condicionador partit d'expansió directa amb condensació per aire de tipus mural, unitat exterior amb ventiladors axials, 1 unitat interior amb ventilador centrífug, comandament a distància i termòstat, de 2,2 kW de potència frigorífica, de EER de 5,15 a 5,52, amb alimentació monofàsica de 230 V, amb 1 compressor hermètic rotatiu i fluid frigorífic R407c o R410a, col·locat; u.								
1.1.1	Oficial 1a calefactor								
				Medició:	3,00 h		7,00 u	23,11	485,31 €
1.1.2	Ajudant calefactor								
				Medició:	3,00 h		7,00 u	19,82	416,22 €
1.1.3	Condicionador partit d'expansió directa amb condensació per aire de tipus mural, unitat exterior amb ventiladors axials, 1 unitat interior amb ventilador centrífug, comandament a distància i termòstat, de 2,2 kW de potència frigorífica, de EER de 5,15 a 5,52, amb alimentació monofàsica de 230 V amb 1 compressor hermètic rotatiu i fluid frigorífic R407c o R410a. Marca MITSUBISHI, model MSZ-FH25VE.								
							7,00 u	999,95	6.999,65 €
1.1.4	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra								
				Medició:	0,03 %		7,00 u	300,51	52,59 €
	Total PEM: Canvi sistemes climatització								7.953,77 €
					Despeses generals i benefici industrial	17,00%			1.352,14 €
						Impostos indirectes	21,00%		1.954,24 €
	Total pressupost								11.260,15 €

Pressupost 12- Escenari Sistemes d'aire condicionat més eficients, font E.P.

Preu energia (€/kwh)		0,233	€/kwh
Consum energètic (kwh)	actual	37.509	kwh
	intervingut	34.930	kwh
inversió (€)		22.520,30	€
increment cost de la energia (%)		5,0%	
Index VAN (%) 3%<VAN<10%		15,0%	
TIR (%)		5%	
Pay Back (anys)		22,9	anys

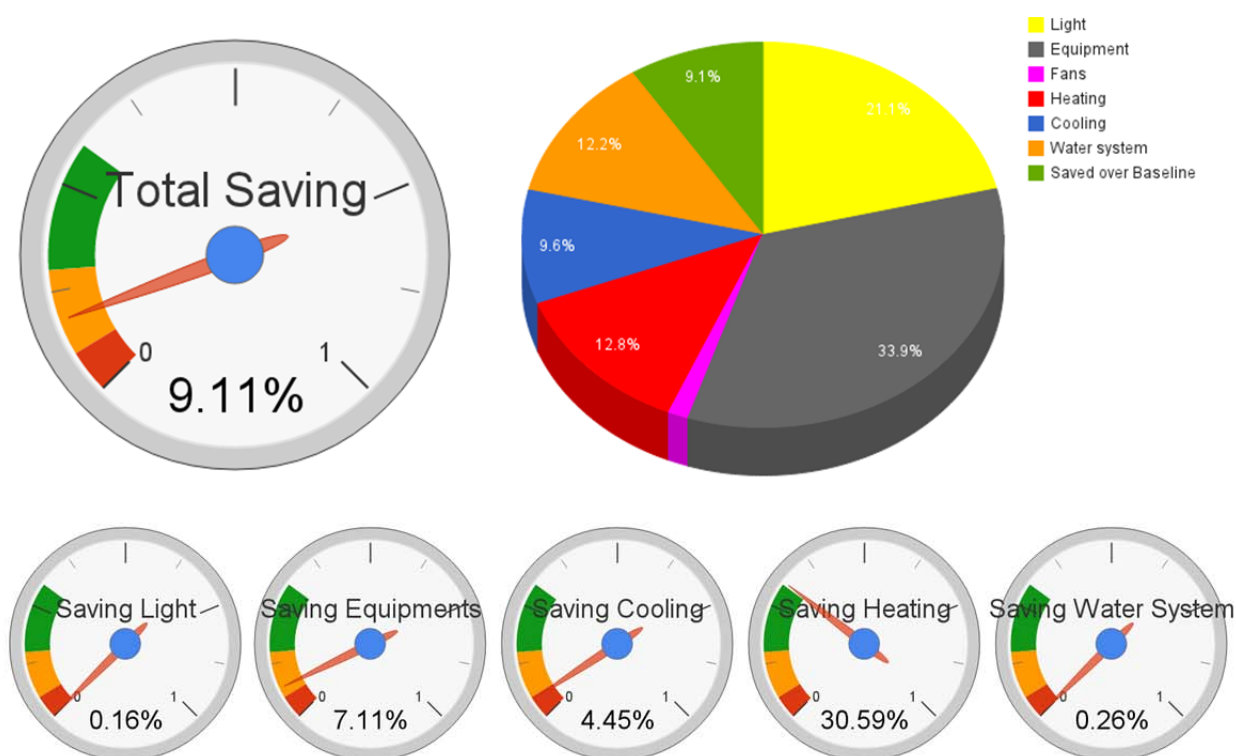
anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-22.520,30	-22.520,30
1	0,24	9.176,65	8.545,64	631,01	548,71	-21.971,59 €
2	0,26	9.635,49	8.972,92	662,56	576,14	-21.395,45 €
3	0,27	10.117,26	9.421,57	695,69	604,95	-20.790,50 €
4	0,28	10.623,12	9.892,65	730,48	635,20	-20.155,30 €
5	0,30	11.154,28	10.387,28	767,00	666,96	-19.488,35 €
6	0,31	11.711,99	10.906,64	805,35	700,31	-18.788,04 €
7	0,33	12.297,59	11.451,97	845,62	735,32	-18.052,72 €
8	0,34	12.912,47	12.024,57	887,90	772,09	-17.280,63 €
9	0,36	13.558,10	12.625,80	932,29	810,69	-16.469,94 €
10	0,38	14.236,00	13.257,09	978,91	851,23	-15.618,72 €
11	0,40	14.947,80	13.919,95	1.027,85	893,79	-14.724,93 €
12	0,42	15.695,19	14.615,94	1.079,25	938,48	-13.786,45 €
13	0,44	16.479,95	15.346,74	1.133,21	985,40	-12.801,06 €
14	0,46	17.303,95	16.114,08	1.189,87	1.034,67	-11.766,39 €
15	0,48	18.169,14	16.919,78	1.249,36	1.086,40	-10.679,98 €
16	0,51	19.077,60	17.765,77	1.311,83	1.140,72	-9.539,26 €
17	0,53	20.031,48	18.654,06	1.377,42	1.197,76	-8.341,50 €
18	0,56	21.033,06	19.586,76	1.446,29	1.257,65	-7.083,85 €
19	0,59	22.084,71	20.566,10	1.518,61	1.320,53	-5.763,32 €
20	0,62	23.188,94	21.594,40	1.594,54	1.386,56	-4.376,77 €
21	0,65	24.348,39	22.674,12	1.674,27	1.455,88	-2.920,88 €
22	0,68	25.565,81	23.807,83	1.757,98	1.528,68	-1.392,20 €
23	0,72	26.844,10	24.998,22	1.845,88	1.605,11	212,91 €
24	0,75	28.186,31	26.248,13	1.938,17	1.685,37	1.898,28 €
25	0,79	29.595,62	27.560,54	2.035,08	1.769,64	3.667,91 €
26	0,83	31.075,40	28.938,57	2.136,84	1.858,12	5.526,03 €
27	0,87	32.629,17	30.385,50	2.243,68	1.951,02	7.477,05 €
28	0,91	34.260,63	31.904,77	2.355,86	2.048,58	9.525,63 €
29	0,96	35.973,66	33.500,01	2.473,65	2.151,00	11.676,63 €
30	1,01	37.772,35	35.175,01	2.597,34	2.258,55	13.935,19 €
31	1,06	39.660,96	36.933,76	2.727,20	2.371,48	16.306,67 €
32	1,11	41.644,01	38.780,45	2.863,56	2.490,06	18.796,73 €
33	1,17	43.726,21	40.719,47	3.006,74	2.614,56	21.411,28 €
34	1,22	45.912,52	42.755,44	3.157,08	2.745,29	24.156,57 €
35	1,29	48.208,15	44.893,22	3.314,93	2.882,55	27.039,12 €
36	1,35	50.618,56	47.137,88	3.480,68	3.026,68	30.065,80 €
37	1,42	53.149,49	49.494,77	3.654,71	3.178,01	33.243,81 €
38	1,49	55.806,96	51.969,51	3.837,45	3.336,91	36.580,73 €
39	1,56	58.597,31	54.567,98	4.029,32	3.503,76	40.084,48 €
40	1,64	61.527,17	57.296,38	4.230,79	3.678,95	43.763,43 €

Valoració econòmica 12- Escenari Sistemes de aire condicionat més eficients, font E.P.

Equipaments

PE1- canvi electrodomèstics planta tercera

Escenari equipaments 1, canvi dels equipaments interns més envellits de l'edifici per altres d'alta eficiència energètica.



Gràfic 50- Estalvi energètic de l'escenari Canvi electrodomèstics segona planta, font E.P.

nº ordre	Escenari: Electrodomèstics tercera planta						preu execució material	
Projecte							unitaris	TOTALS
1	<i>Electrodomèstics</i>							
1.1	Lavavajillas Whirlpool ADP 9070 IX con 10 programas, A+++							
						1,00 u	699,00	699,00 €
1.2	Lavadora de carga frontal Siemens WM14Q468EE de 8 Kg y 1.400 rpm, A+++							
						1,00 u	529,00	529,00 €
1.3	Frigorífico Bosch KGN36XI42 No Frost, A+++							
						1,00 u	899,00	899,00 €
1.4	Horno multifunción Balay 3HB469XC con autolimpieza pirolítica, A+++							
						1,00 u	795,00	795,00 €
1.5	Microondas Miele M6012SCEDST con capacidad de 26 litros							
						1,00 u	549,00	549,00 €
1.6	instal·lació d'aparell							
						5,00 u	30,00	150,00 €
	Total pressupost							
	Electrodomèstics tercera planta							3.621,00 €

Pressupost 13- Escenari Canvi equipaments tercera planta, font E.P.

Preu energia (€/kwh)		0,233	€/kwh
Consum energètic (kwh)	actual	37.509	kwh
	intervingut	34.093	kwh
inversió (€)		7.242,00	€
increment cost de la energia (%)		5,0%	
Index VAN (%) 3%<VAN<10%		15,0%	
TIR (%)		15%	
Pay Back (anys)		8,3	anys

anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-7.242,00	-7.242,00
1	0,24	9.176,65	8.340,74	835,91	726,88	-6.515,12 €
2	0,26	9.635,49	8.757,78	877,70	763,22	-5.751,90 €
3	0,27	10.117,26	9.195,67	921,59	801,38	-4.950,52 €
4	0,28	10.623,12	9.655,45	967,67	841,45	-4.109,07 €
5	0,30	11.154,28	10.138,23	1.016,05	883,52	-3.225,55 €
6	0,31	11.711,99	10.645,14	1.066,85	927,70	-2.297,85 €
7	0,33	12.297,59	11.177,40	1.120,20	974,08	-1.323,77 €
8	0,34	12.912,47	11.736,27	1.176,21	1.022,79	-300,98 €
9	0,36	13.558,10	12.323,08	1.235,02	1.073,93	772,95 €
10	0,38	14.236,00	12.939,23	1.296,77	1.127,62	1.900,57 €
11	0,40	14.947,80	13.586,19	1.361,61	1.184,01	3.084,58 €
12	0,42	15.695,19	14.265,50	1.429,69	1.243,21	4.327,78 €
13	0,44	16.479,95	14.978,78	1.501,17	1.305,37	5.633,15 €

Valoració econòmica 13- Escenari Canvi equipaments tercera planta, font E.P.

L'escenari ens reporta un estalvi en equipaments del 7.11%, però el més impressionant és el estalvi reportat en calefacció, un 30.59%. L'estalvi total és del 9.11% sobre el total. Totes aquestes dades, sumades a un payback de 8.3 anys, amb un TIR del 15%.

L'escenari, té una valoració econòmica basada en doble compra d'equipaments, una cada 20 anys.

Operació totalment recomanada

Capitol IX - PROPOSTA FINAL I CONCLUSIONS

Un cop analitzats energètica i econòmicament els escenaris creats, estant alguns d'aquests ja decidits com a viables, es crea la proposta definitiva. La proposta és la que s'oferiria a la comunitat com a intervenció recomanada. És l'opció que ens dona un major rendiment energètic i aporta a més viabilitat econòmica. La proposta està composta per totes les mesures aprovades en els escenaris, són les aportades:

Il·luminació: EL1- Gestió d'il·luminació d'escala i EL2- il·luminació led

Envolvent: EE1- envà pluvial, EE2- Voladissos- Overhands, EE3- Finestres i vidres- Frame & Divider, EE5- Addició EPS a coberta i EE9- Façana integral, ponts tèrmics inclosos

Aigua calenta: EAC3- Escalfador central amb gas

Climatització: EC1- Sistemes d'aire condicionat més eficients

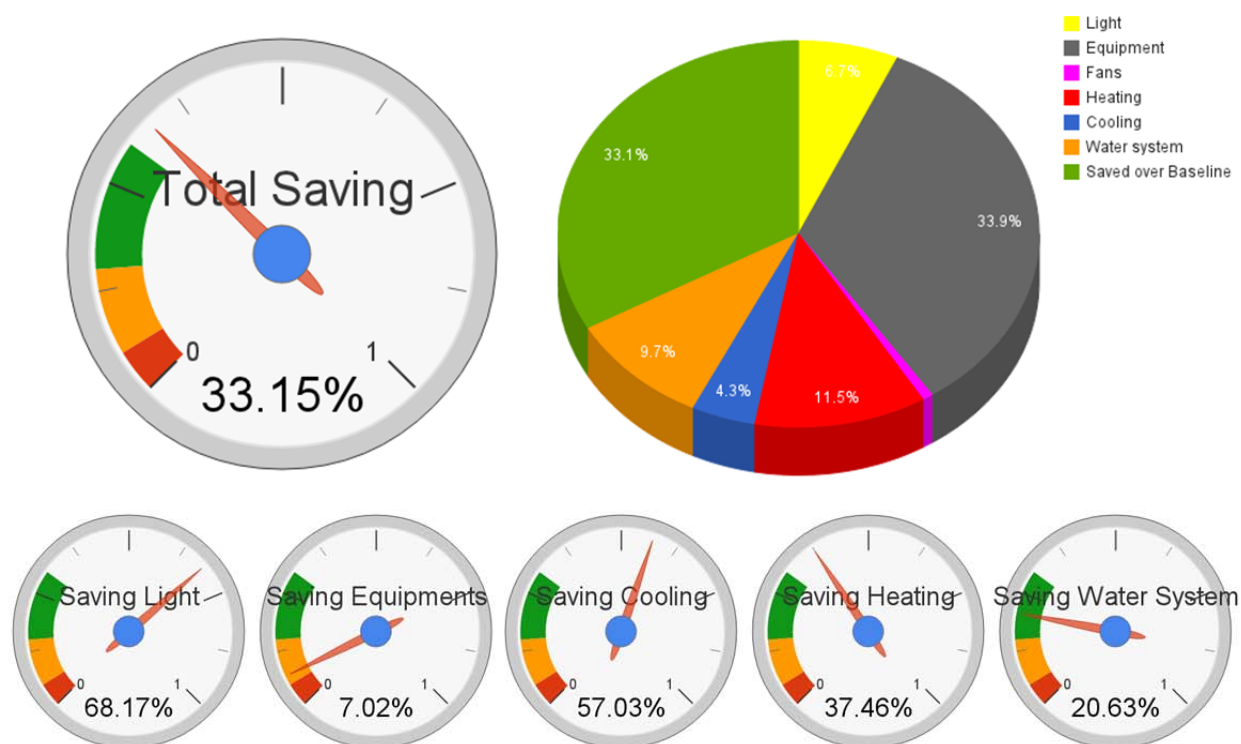
Equipaments: PE1- canvi electrodomèstics planta tercera

Un cop creada la proposta aconseguim un consum final bastant reduït. El consum final de l'edifici ha passat de 37509.31 Kwh a 25076.39 Kwh, reduint-se el consum en 12432.92 Kwh anuals, una xifra molt considerable sabent que no s'ha modificat cap condició de confortabilitat de cap espai.

Results:

	Light (kwh)	Equipment (kwh)	Fans (kwh)	Heating (kwh)	Cooling (kwh)	Water System (kwh)	
January	219	1088,96	41,98	1019,27	12,49	428,02	
February	194,16	975,3	32,73	799,1	11,01	378,16	
March	208,63	1067,07	23,16	551,1	12,9	353,05	
April	211,1	1052,1	17,13	358,09	15,14	218,67	
May	214,31	1077,9	8,85	94,9	56,23	221,79	
June	206,37	1039,73	10,37	13,08	182,49	218,75	
July	219,45	1089,73	26,96	1,03	527,11	225,59	
August	208,66	1066,28	25,97	0,62	506,71	225,97	
September	212,03	1052,12	11,59	12,03	208,55	218,8	
October	217,04	1088,96	9,8	109,65	53,96	305,28	
November	199,36	1028,65	21,02	461,78	12,85	410,22	
December	218,92	1090,52	37,46	901,25	12,63	424,75	
Σ	2529,03	12717,32	267,02	4321,9	1612,07	3629,05	total
%	10,09%	50,71%	1,06%	17,23%	6,43%	14,47%	25076,39

Taula 37- Detall de consums de la proposta final



Gràfic 12- Estalvi energètic de la proposta final

Els estalvis més significatius apareixen en il·luminació, tenint un 68.17% d'estalvi total. El consum de climatització també es veu bastant rebaixat, sent l'estalvi de calefacció del 37.46% i de refrigeració del 57.03%. Aquestes són les dades d'estalvi més importants.

El sumatori dels pressupostos aplicats dona un preu final de la intervenció de 128.469,79€, valor que té un payback de 24.6 anys, a partir del qual l'estalvi anual és considerable. La inversió genera un TIR del 5%.

Preu energia (€/kwh)				0,233	€/kwh
Consum energètic (kwh)	actual		37.509	kwh	
	intervingut		25.076	kwh	
inversió (€)			128.469,79	€	
increment cost de la energia (%)			5,0%		
Index VAN (%) 3%<VAN<10%			10,0%		
TIR (%)			4%		
Pay Back (anys)			24,6	anys	

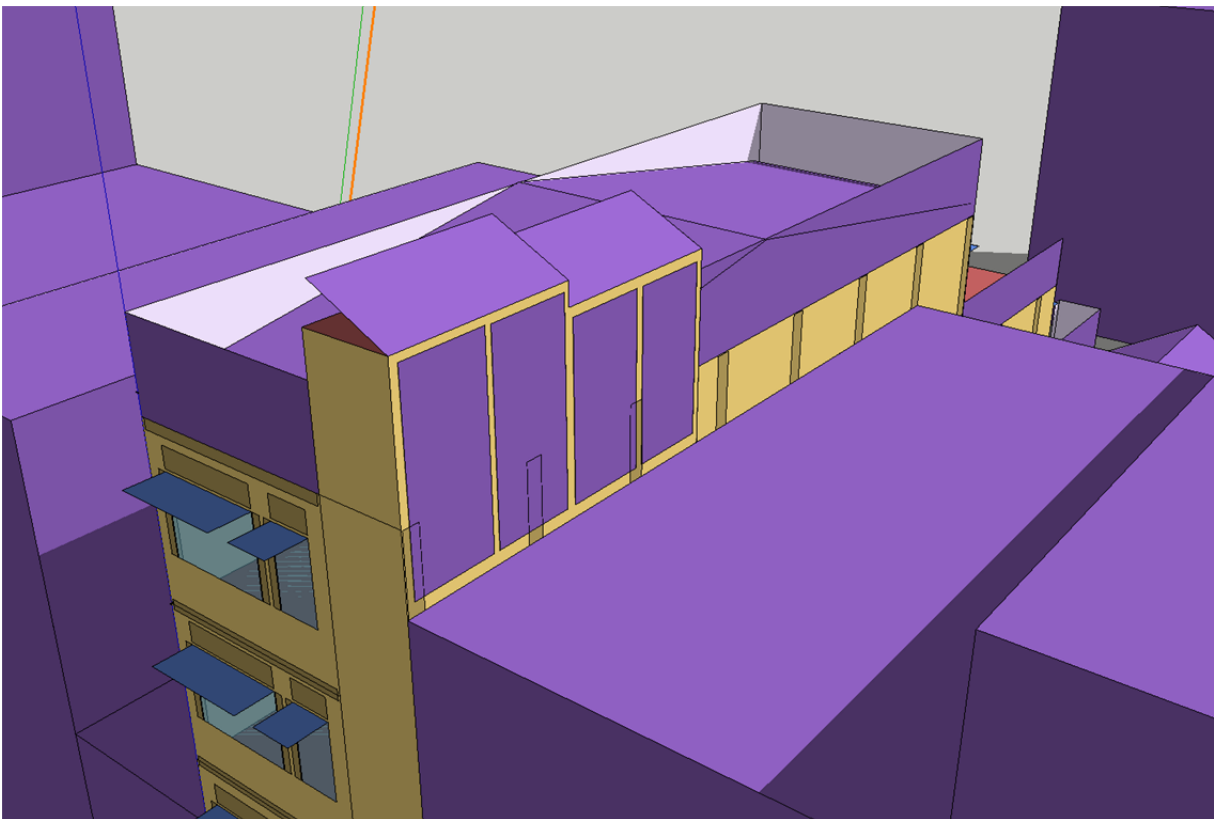
anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)
0					-128.469,79	-128.469,79
1	0,24	9.176,65	6.134,94	3.041,71	2.765,19	-125.704,60 €
2	0,26	9.635,49	6.441,69	3.193,80	2.903,45	-122.801,14 €
3	0,27	10.117,26	6.763,77	3.353,49	3.048,63	-119.752,51 €
4	0,28	10.623,12	7.101,96	3.521,16	3.201,06	-116.551,46 €
5	0,30	11.154,28	7.457,06	3.697,22	3.361,11	-113.190,35 €
6	0,31	11.711,99	7.829,91	3.882,08	3.529,17	-109.661,18 €
7	0,33	12.297,59	8.221,40	4.076,19	3.705,63	-105.955,55 €
8	0,34	12.912,47	8.632,47	4.280,00	3.890,91	-102.064,65 €
9	0,36	13.558,10	9.064,10	4.494,00	4.085,45	-97.979,20 €
10	0,38	14.236,00	9.517,30	4.718,70	4.289,72	-93.689,47 €
11	0,40	14.947,80	9.993,17	4.954,63	4.504,21	-89.185,26 €
12	0,42	15.695,19	10.492,83	5.202,36	4.729,42	-84.455,84 €
13	0,44	16.479,95	11.017,47	5.462,48	4.965,89	-79.489,95 €
14	0,46	17.303,95	11.568,34	5.735,61	5.214,19	-74.275,76 €
15	0,48	18.169,14	12.146,76	6.022,39	5.474,90	-68.800,87 €
16	0,51	19.077,60	12.754,10	6.323,50	5.748,64	-63.052,23 €
17	0,53	20.031,48	13.391,80	6.639,68	6.036,07	-57.016,15 €
18	0,56	21.033,06	14.061,39	6.971,66	6.337,88	-50.678,28 €
19	0,59	22.084,71	14.764,46	7.320,25	6.654,77	-44.023,51 €
20	0,62	23.188,94	15.502,68	7.686,26	6.987,51	-37.036,00 €
21	0,65	24.348,39	16.277,82	8.070,57	7.336,88	-29.699,11 €
22	0,68	25.565,81	17.091,71	8.474,10	7.703,73	-21.995,39 €
23	0,72	26.844,10	17.946,30	8.897,81	8.088,91	-13.906,47 €
24	0,75	28.186,31	18.843,61	9.342,70	8.493,36	-5.413,11 €
25	0,79	29.595,62	19.785,79	9.809,83	8.918,03	3.504,92 €
26	0,83	31.075,40	20.775,08	10.300,32	9.363,93	12.868,85 €
27	0,87	32.629,17	21.813,83	10.815,34	9.832,13	22.700,97 €
28	0,91	34.260,63	22.904,53	11.356,11	10.323,73	33.024,71 €
29	0,96	35.973,66	24.049,75	11.923,91	10.839,92	43.864,63 €
30	1,01	37.772,35	25.252,24	12.520,11	11.381,92	55.246,54 €
31	1,06	39.660,96	26.514,85	13.146,11	11.951,01	67.197,55 €
32	1,11	41.644,01	27.840,59	13.803,42	12.548,56	79.746,11 €
33	1,17	43.726,21	29.232,62	14.493,59	13.175,99	92.922,10 €
34	1,22	45.912,52	30.694,26	15.218,27	13.834,79	106.756,89 €
35	1,29	48.208,15	32.228,97	15.979,18	14.526,53	121.283,42 €
36	1,35	50.618,56	33.840,42	16.778,14	15.252,85	136.536,28 €
37	1,42	53.149,49	35.532,44	17.617,05	16.015,50	152.551,77 €
38	1,49	55.806,96	37.309,06	18.497,90	16.816,27	169.368,05 €
39	1,56	58.597,31	39.174,51	19.422,79	17.657,09	187.025,13 €
40	1,64	61.527,17	41.133,24	20.393,93	18.539,94	205.565,07 €

Valoració econòmica 14- Proposta final

Nous reptes, energies renovables

Un cop arribat a la màxima eficiència dels consum energètics de l'edifici només resta crear un sistema que generi la demanda energètica de l'edifici. Es crea un nou i últim escenari on s'intenta fer el edifici autosuficient. Se li aporta panells fotovoltaics a tota la coberta existent, i alguns a la paret mitjanera, creant un jardí solar com es veu a la imatge 37.

Per simplificar la instal·lació, els panells de la coberta existent es muntaran amb sistemes coplanars, amb inclinació de 30° els panells de damunt de l'escala i en posició vertical els instal·lats en la paret mitjanera.



Imatge 37- Creació de panell fotovoltaics a coberta, font E.P.

La maquinària introduïda ha estat la de la empresa suïssa SolarMax, sistema que dóna un rendiment màxim del 98% amb una potència d'entrada de 9 Kw i una potència de sortida de 15Kw.

www.solarmax.com/es

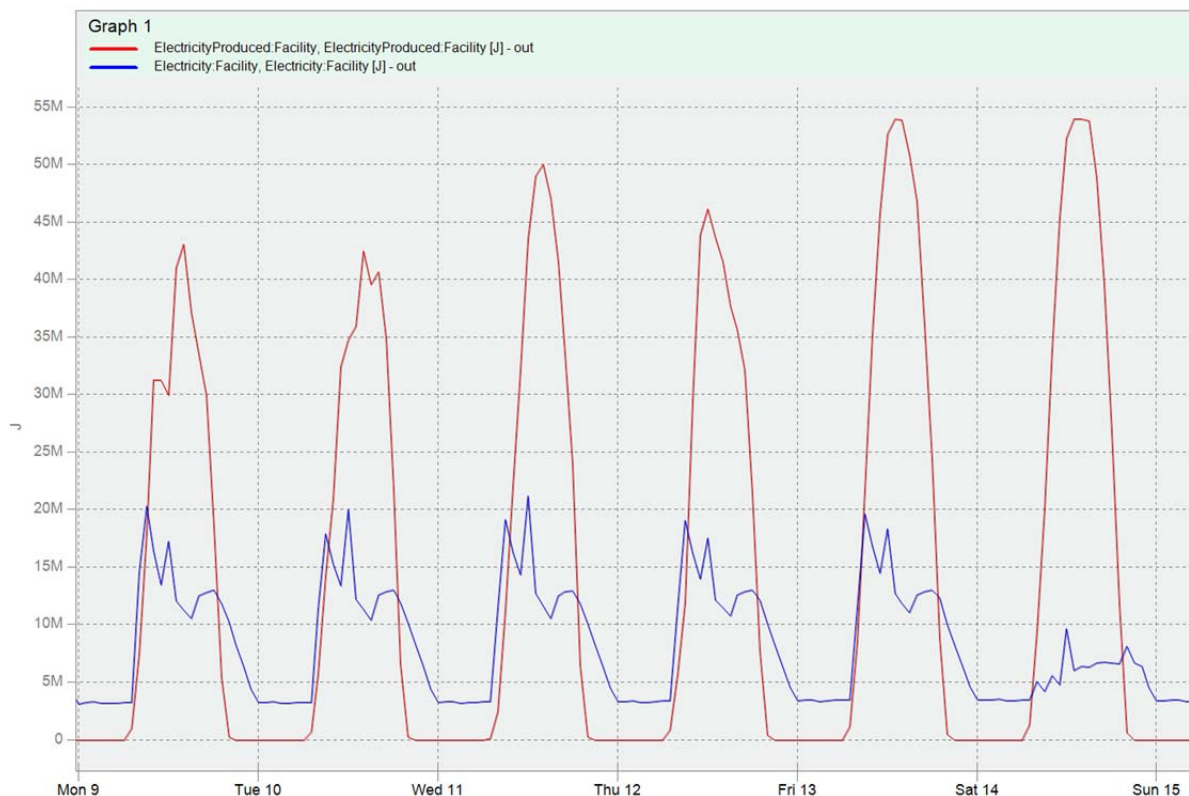
El sistema emprat és el del següent link, el mateix manual es pot revisar a annexes capítol IV Documentació.

http://www.distribucionessolares.es/kits-solares-autoconsumo/kit-solar-fotovoltaico-autoconsumo-solarmax-10000mt-10-5kw_615

nº ordre	Escenari: Jardí solar						preu execució material	
Projecte							unitaris	TOTALS
1	Instal·lació Sistema de panell fotovoltaics							
1.1	Instal·lació Captador solar pla de planxa de coure amb vidre trempat, envoltant d'alumini anoditzat i aïllament d'escuma de poliuretà amb una superfície activa de 2,25 a 2,55 m2, un rendiment màxim de 90 % i un coeficient de pèrdues <= 5 W/m2°C, col·locat amb suport vertical; u.							
1.1.1	Oficial 1a muntador							
				Medició:	0,50 h	45,00 u	23,11	519,98 €
1.1.2	Ajudant muntador							
				Medició:	0,50 h	45,00 u	19,82	445,95 €
1.1.3	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra							
				Medició:	0,03 %	45,00 u	85,92	96,66 €
1.1.4	Kit solar fotovoltaic SOLARMAX 10000MT 10,5KW							
						1,00 u	15750,00	15.750,00 €
1.1.4	Estructura d'alumini per muntatge sobre superfície plana, inclinat.							
						2,00 u	59,00	118,00 €
1.1.5	Estructura d'alumini per muntatge coplanar, de tres moduls consecutius.							
						14,00 u	85,00	1.190,00 €
	Total PEM: Jardí solar							18.120,59 €
						Impostos indirectes 21,00%		3.805,32 €
	Total pressupost							21.925,91 €

Pressupost 14- Instal·lació de jardí solar a l'edifici, font E.P.

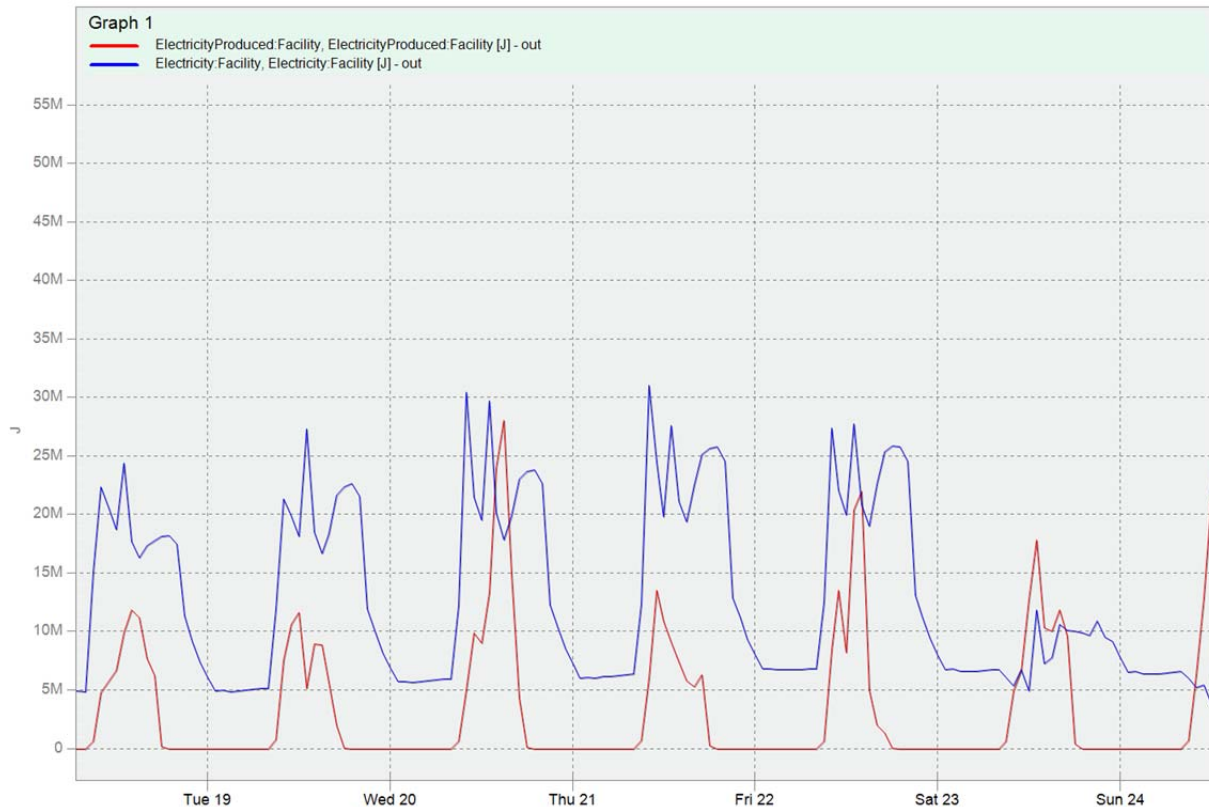
La instal·lació d'aquest sistema té un cost de 21.925,91€. La creació d'energia del sistema és important ja que s'ha decidit utilitzar l'equipament més potent. Es generen al final de l'any 27.113,163 Kwh, energia major a la total demandada per l'edifici. Tot i ser un consum major no vol dir que el edifici es converteixi en passiu. Les corbes de generació d'energia i les de consum es sobreposen, però els consums nocturns no es cobreixen.



Imatge 38- Gràfica comparativa de generació d'energia elèctrica amb consum d'electricitat, des del visor de resultats de design Builder, en època d'estiu, font E.P.

El la imatge 38 es pot veure com el consum de l'edifici en període d'estiu i diürn està sobradament cobert, es generen més de 45MJ quan es consumeixen entorn de 20MJ. En canvi, en horari nocturn, la producció cau a 0, però el consum no.

En període hivernal la generació d'electricitat és menor, no s'arriba a produir tot el que es demanda ni en horari diürn.



Imatge 39- Gràfica comparativa de generació d'energia elèctrica amb consum d'electricitat, des del visor de resultats de design Builder, en època hivernal, font E.P.

Amb les dades resultants no es pot separar el consum demandat de l'aportat. Seria òptim tenir un recurs que separés l'energia generada, en utilitzada i sobrant, sabent exactament quanta energia generada és consumeix i quanta es dóna a la xarxa distribuïdora.

Només queda fer una aproximació amb el consum mensual i l'aportament generat. En la imatge 40 es pot veure els resultats de l'escenari on detalla l'aportament mensual d'energia fotovoltaica. A la taula 38 es veu la diferència entre l'aportat cada mes i el generat. En l'escenari d'hivern, pràcticament s'aprofita tota l'energia generada, comptabilitzarem al 95% la energia generada com a aprofitada. Els mesos d'estiu, la corba de generació va molt per damunt de la de demanda, dóna valors negatius, detall del sobrant total. En el cas de l'estiu, ja tenim una dada exacte de la energia sobrant. Per trobar un valor més aproximat al corrent aprofitat

Report: PV ENERGY

For: Meter

Timestamp: 2014-11-10 16:33:49

Custom Monthly Report

	PV:ELECTRICITY [kWh]
January	1274.331
February	1517.152
March	2383.101
April	2634.041
May	2913.307
June	3100.036
July	3302.752
August	3000.345
September	2499.381
October	1934.879
November	1361.972
December	1191.867
Annual Sum or Average	27113.163
Minimum of Months	1191.867
Maximum of Months	3302.752

Imatge 40- Generació fotovoltaica, resultat de EnergyPlus, font E.P.

haurem de restar el consum nocturn no cobert per les plaques. S'estima els 2.5MJ, que equivalen a uns 0.7 Kwh, durant 8 hores nocturnes i 30 dies al mes. Resulten uns 166.56 Kwh que s'hauran de restar els mesos en els que la producció total és major a la demandada.

Tenim una generació d'energia de 27113,163 Kwh anuals, un aprofitament de 16814,48 Kwh anuals, els altres 10298,69 Kwh restants es donen per perduts, cedint-los a la xarxa.

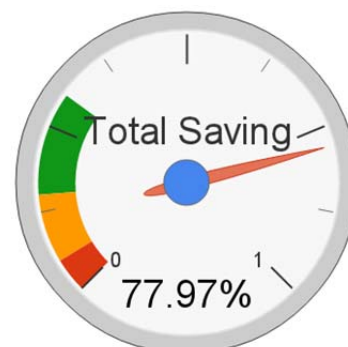
	energia demandada (Kwh)	energia generada (Kwh)	diferencia (Kwh)	màxim possible consumit del generat (Kwh)	% de reperció o diferencia a plicar	Energia total aprofitada (Kwh)
January	2381,7	1274,331	1.107	1274,331	95%	1210,61
February	2012,3	1517,152	495	1517,152	95%	1441,29
March	1862,86	2383,101	-520	1862,86	-166,56	1696,30
April	1653,56	2634,041	-980	1653,56	-166,56	1487,00
May	1452,19	2913,307	-1.461	1452,19	-166,56	1285,63
June	1452,04	3100,036	-1.648	1452,04	-166,56	1285,48
July	1864,28	3302,752	-1.438	1864,28	-166,56	1697,72
August	1808,24	3000,345	-1.192	1808,24	-166,56	1641,68
September	1496,32	2499,381	-1.003	1496,32	-166,56	1329,76
October	1479,41	1934,879	-455	1479,41	-166,56	1312,85
November	1723,66	1361,972	362	1361,972	95%	1293,87
December	2260,78	1191,867	1.069	1191,867	95%	1132,27
	27113,16	18414,222				16814,48

Taula 38- Aprofitament d'energia generada, font E.P.

L'escenari final dona el millor resultat possible, la dependència energètica s'ha reduït de 25076 Kwh a 8261 Kwh, aportant un estalvi energètic del 77.97%. Amb uns paràmetres econòmics idèntics als de l'escenari anterior, un VAN del 10% ja que la nova adequació no té majors riscos que els existents, perquè està garantit el seu funcionament al 98% durant 25 anys. El payback es mostra a 15,7 anys, 9 anys abans que l'escenari sense instal·lació de panells solars.

La inversió a 40 anys ens dona un rendiment del 8%.

La valoració econòmica és molt favorable a fer aquesta intervenció, la valoració mediambiental segur que també és profitosa. Deixar de dependre de fonts d'energia tant ineficients com la generació elèctrica sempre és un pas endavant en la sostenibilitat.



Preu energia (€/kwh)				0,233		€/kwh	
Consum energètic (kwh)			actual	37.509		kwh	
			intervingut	8.261		kwh	
inversió (€)				150.395,70		€	
increment cost de la energia (%)				5,0%			
Index VAN (%) 3%<VAN<10%				10,0%			
TIR (%)				8%			
Pay Back (anys)				15,7		anys	
anys	Preu energia (€/kwh)	cost actual €/any	cost escenari €/any	Cash Flow (€)	Cash Flow VAN (€)	Accumulated cash flow (€)	
0					-150.395,70	-150.395,70	
1	0,24	9.176,65	2.021,05	7.155,60	6.505,09	-143.890,61 €	
2	0,26	9.635,49	2.122,11	7.513,38	6.830,34	-137.060,27 €	
3	0,27	10.117,26	2.228,21	7.889,05	7.171,86	-129.888,40 €	
4	0,28	10.623,12	2.339,62	8.283,50	7.530,45	-122.357,95 €	
5	0,30	11.154,28	2.456,60	8.697,68	7.906,98	-114.450,97 €	
6	0,31	11.711,99	2.579,43	9.132,56	8.302,33	-106.148,64 €	
7	0,33	12.297,59	2.708,41	9.589,19	8.717,44	-97.431,20 €	
8	0,34	12.912,47	2.843,83	10.068,65	9.153,31	-88.277,89 €	
9	0,36	13.558,10	2.986,02	10.572,08	9.610,98	-78.666,91 €	
10	0,38	14.236,00	3.135,32	11.100,68	10.091,53	-68.575,38 €	
11	0,40	14.947,80	3.292,08	11.655,72	10.596,11	-57.979,27 €	
12	0,42	15.695,19	3.456,69	12.238,50	11.125,91	-46.853,36 €	
13	0,44	16.479,95	3.629,52	12.850,43	11.682,21	-35.171,15 €	
14	0,46	17.303,95	3.811,00	13.492,95	12.266,32	-22.904,83 €	
15	0,48	18.169,14	4.001,55	14.167,60	12.879,63	-10.025,20 €	
16	0,51	19.077,60	4.201,63	14.875,98	13.523,61	3.498,41 €	
17	0,53	20.031,48	4.411,71	15.619,78	14.199,80	17.698,21 €	
18	0,56	21.033,06	4.632,29	16.400,76	14.909,79	32.608,00 €	
19	0,59	22.084,71	4.863,91	17.220,80	15.655,27	48.263,27 €	
20	0,62	23.188,94	5.107,10	18.081,84	16.438,04	64.701,31 €	
21	0,65	24.348,39	5.362,46	18.985,93	17.259,94	81.961,25 €	
22	0,68	25.565,81	5.630,58	19.935,23	18.122,94	100.084,19 €	
23	0,72	26.844,10	5.912,11	20.931,99	19.029,08	119.113,27 €	
24	0,75	28.186,31	6.207,71	21.978,59	19.980,54	139.093,81 €	
25	0,79	29.595,62	6.518,10	23.077,52	20.979,57	160.073,38 €	
26	0,83	31.075,40	6.844,01	24.231,40	22.028,54	182.101,92 €	
27	0,87	32.629,17	7.186,21	25.442,97	23.129,97	205.231,89 €	
28	0,91	34.260,63	7.545,52	26.715,12	24.286,47	229.518,36 €	
29	0,96	35.973,66	7.922,79	28.050,87	25.500,79	255.019,15 €	
30	1,01	37.772,35	8.318,93	29.453,42	26.775,83	281.794,99 €	
31	1,06	39.660,96	8.734,88	30.926,09	28.114,62	309.909,61 €	
32	1,11	41.644,01	9.171,62	32.472,39	29.520,36	339.429,96 €	
33	1,17	43.726,21	9.630,20	34.096,01	30.996,37	370.426,34 €	
34	1,22	45.912,52	10.111,71	35.800,81	32.546,19	402.972,53 €	
35	1,29	48.208,15	10.617,30	37.590,85	34.173,50	437.146,03 €	
36	1,35	50.618,56	11.148,16	39.470,39	35.882,18	473.028,21 €	
37	1,42	53.149,49	11.705,57	41.443,91	37.676,29	510.704,49 €	
38	1,49	55.806,96	12.290,85	43.516,11	39.560,10	550.264,59 €	
39	1,56	58.597,31	12.905,39	45.691,92	41.538,10	591.802,70 €	
40	1,64	61.527,17	13.550,66	47.976,51	43.615,01	635.417,71 €	

Valoració econòmica 15- Proposta final amb generació fotovoltaica d'energia elèctrica, font E.P.

Conclusió

Totes les millores que es puguin aplicar per reduir la dependència energètica actual haurien de ser d'obligat compliment. No podem consumir més recursos dels que disposa el planeta, és insostenible. Fins que la humanitat, com a conjunt, no entengui aquest punt feble del actual sistema de consum, no aconseguirem resoldre aquesta cada dia major dependència.

Intergovernmental panel on climate change

En la seva 40a sessió, celebrada el 2 de octubre a Copenhage, Dinamarca, la organització va exposar el seu major anàlisi fins ara realitzat, dut a terme per més de 800 autors i 30.000 articles consultats.

Les conclusions eren clares, concentracions de CO₂ a nivells sense precedents en almenys 800.000 anys, escalfament de l'atmosfera i oceans, acidificació d'aquests, reducció de les masses polars, augment dels fenòmens climàtics extrems...

Les mesures han de ser contundents, i de no actuar abans del 2030 els danys poden ser irreversibles. S'hauria de reduir les emissions de CO₂ a nivells preindustrials. Reduint les tones emeses en les pròximes dècades del 0 al 70% i arribar a emissions zero a 2100.

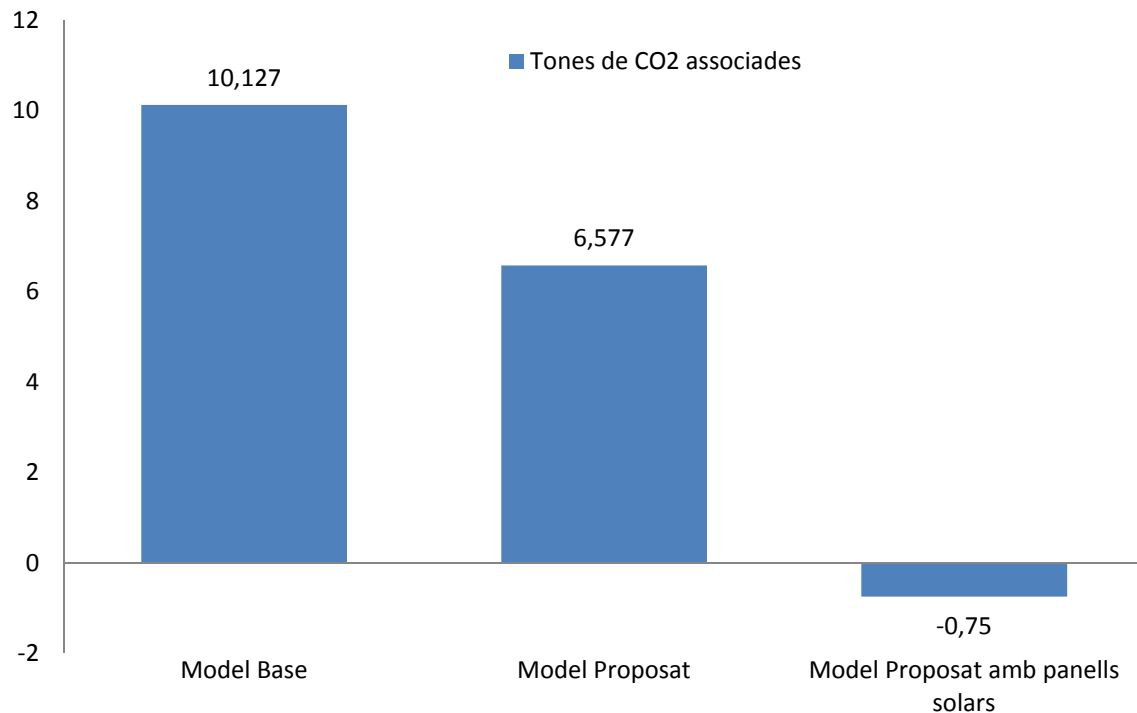
En aquest projecte les emissions actuals de CO₂ són de 10,127 t/any, tenint en compte que tota l'energia consumida és elèctrica. Generar un Kwh emet 270 de CO₂, i l'edifici consumeix en l'exemple model 37509,31 Kwh.

En la nova proposta el consum elèctric ha disminuït bastant, degut a les millores i també a la incorporació de diferents energies. El consum elèctric total anual ha caigut a 21447,34 Kwh, tenint aquest consum unes emissions de CO₂ associades de 5,79 t. Les emissions associades pel consum de gas són de 0,787t, obeint els valors donats per l'IDAEA exposat a la imatge 34.

El consum final de la proposta és de 6,577t, davant de les 10,127t. anteriorment produïdes. Representa un 65% de les emissions, un 35% d'estalvi d'aquestes.

Però el fet d'incorporar, en l'última proposta, generació elèctrica fotovoltaica ha donat a l'edifici la capacitat de ser considerat gairebé com a verd. Encara que l'edifici no consumeixi el total d'energia generada, el sobrant es dona a la xarxa, aportant energia verda a la distribució i convertint el nostre planeta en més sostenible.

El consum total de l'edifici és de 25076 Kwh, però genera de forma sostenible 27113 Kwh, el que ens dóna un total de 2037 Kwh de llibertat d'emissions associades al planeta. Les tones emeses relatives al gas es mantenen igual, sent de 0,78 T/any. Les emissions relatives al corrent elèctric passen a ser de -0.55 T/any. Les tones finals associades són de -0.75 T/any.



De sempre les millors solucions han estat les que donen un millor resultat, tant econòmic com eficient. Però la única motivació que m'ha dut a fer aquest projecte és un món millor, més net, més sostenible.

Des del petit punt de vista que m'ha generat aquest projecte, puc confirmar que la millor actuació, la que ha tingut un rendiment immediat, sense necessitat de reparar, ni instal·lar res, ha estat modificar els termòstats a 21 i 25 graus. Dient-ho de una altra manera, la millor i única solució és la conscienciació de les persones.

BIBLIOGRAFIA

Llibres consultats:

- OpenStudio Measure Writing Guide
- Getting Started with EnergyPlus, Basic Concepts Manual – Essential Information ou need about Running EnergyPlus, Energyplus TM.
- EnergyPlus Engineering Reference, The Reference to EnergyPlus Calculations, Energyplus TM.
- Input Output Reference, The Encyclopedic Reference to EnergyPlus Input and Output, Energyplus TM.
- Apuntas DAC sostenibilitat EPSEB, UPC
- IES Lighting Handbook: Reference & Application, 8th Edition, Illuminating Engineering Society of North America, New York, 1993.
- Ignacio Paricio, La protección solar, Editorial Bisagra.
- Rafael Belmont Ribas, Antoni Paricio Casademunt i Núria Vila Martínez, Reconeixement, diagnosi i intervenció a les façanes, Publicat per l'ITEC.
- Rafael Serra Florensa i Helena Coch Roura, Arquitectura i energia natural, Edicions UPC.
- Toni Solanas, Dani Calatayud, Coque Claret, 34 kg de CO₂, Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- Josep Solé i Grup Uralita, Estudi Tecnològic dels aïllaments tèrmics a Catalunya en l'àmbit de l'Edificació, Publicat per la Generalitat de Catalunya i l'Institut Català de l'Energia (ICAEN).
- Guia de Aplicaciones de Aislamiento de EPS en Edificación; Publicat per ANAPE.
- Guia Tècnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios; Publicat per l'IDAE.
- Guia de la renovació energètica d'edificis d'habitatges. Envolupant tèrmica i instal·lacions; Publicat per la Generalitat de Catalunya: Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- Guia Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios con Sistemas compuestos de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE); Publicat per l'IDAE.

- Montserrat Bosch, Fabian López, Inmaculada Rodríguez i Galdric Ruíz, *Avaluació Energètica d'edificis. L'experiència de l'UPC, una metodologia d'anàlisi*; Edicions UPC.

- Juan Briz Caro, *Rehabilitación integral del interior de las viviendas*.

Entitats:

- Arxiu Municipal Administratiu de Barcelona – Catàleg de microfilms de plànols històrics. C/Bisbe Caçador, 4, baixos (Ciutat Vella) 08002 – Barcelona

Pàgines web consultades:

http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/?utm_source=EnergyPlus&utm_medium=redirect&utm_campaign=EnergyPlus%2Bredirect%2B1

<https://www.youtube.com/user/NRELOpenStudio/videos>

<https://archive.org/stream/ieslightinghandb00inillu#page/n0/mode/2up>

- www.telefonica.net/web2/josepsolebonet/index_archivos/Page339

- www.gencat.cat/icaen/

http://icaen.gencat.cat/web/.content/03_planificacio_energetica/documents/full_de_preus_energia/arxius/fullpreu.pdf

http://icaen.gencat.cat/web/.content/06_relacions_institucionals_i_comunicacio/04_publicacions/informes_i_estudis/arxius/2011_guia_auditories_secured.pdf

- www.codigotecnico.org/web

- www.bcn.es/urbanisme

- www.idae.es

http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Tarifas_Reguladas_2ecbeac0.pdf

- www.itec.es

- www.itec.cat/nouBedec.c/bedec.aspx

- www20.gencat.cat/portal/site/meteocat
- www.designbuilder.co.uk/helpv4.0/Content/GreenRoof.htm
- www.ipcc.ch

Empreses comercials:

- www.lighting.philips.es/connect/tools_literature/catalogos-y-descargas.wpd
- <http://cte-web.iccl.es/materiales.php?a=25>
- www.ecomarc.es/aislamiento-termico-celulosa.php
- www.parex.es/sistema.php?id_menu=252# - PAREX
- www.knaufinsulation.es
- www.ursa.es
- www.rockwool.es
- www.aisleco.com
- www.intropol.es
- www.isover.net
- www.climalit.es
- www.technal.es
- www.finstral.com
- www.saint-gobain-glass.com
- www.lg.com/es/aire-acondicionado-split
- www.lamparadirecta.es
- www.efectoled.com/es
- www.carrier-refrigeracion.es
- www.mitsubishielectric.es/aire-acondicionado

Software utilitzat:

- The Owl. Versió 1.0
- Autodesk ® Autocad 2012, copyright © 2011, Autodesk, Inc.
- OpenStudio. Versió 1.4.0, copyright © National Renewable Energy Laboratory.
- Energy+. Versió 8.1, copyright © 2000-2013 GARD Analytics.
- SketchUp Pro 2013, Versió 13.0.3689, copyright © 2013 Trimble Navigation Limited Patente 6.628.279
- DesignBuilder Result Viewer, Versió 1.0.305, copyright © DesignBuilder 2014
- Autodesk ® Ecotect ® Analysis 2011, copyright © 2010, Autodesk, Inc.
- CE³X, Versió 1.1.
- Condensaciones, Versió 0.6.1, © 2009-2011 Rafael Villar Burke (GPL v2+)
- Microsoft Office Professional Plus 2010, Versió 14.0.4760.1000, © 2010 Microsoft Corporation.

AGRAÏMENTS

Quan arriba un final, s'apropa un nou inici. A les portes d'aquesta afloren records, moments viscuts, experiències sentides. El que avui sóc és la imatge d'un conjunt de vivències, suports, consells amigablement recomanats, regals que no tenen preu.

És moment de meditar en aquesta etapa viscuda, i si, en el que m'he convertit, val la pena, i a la ment m'apareixen referents com el detallisme i perfeccionisme de Licinio Alfaro, a qui no podré agrair mai la paciència que ha tingut amb mi, la minuciositat de n'Oriol Paris, la creativitat de n'Antoni Caballero, l'exemple del meu avi, la força del meu pare, l'inesgotable suport de la meva mare...

...i tot això, no seria res, si tu no estiguessis al meu costat Davinia.